NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 06274662 7

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

ANNALEN

DER

PHYSIK.

ASTOR LIBRARY
NEW-YORK

ANGEFANGEN

VON

D. FRIEDR. ALBR. CARL GREN,

FORTGESETZT

VON

LUDWIG WILHELM GILBERT,

PROFESSOR ZU HALLE.

Lino.

DRITTER BAND.

NEBST SIEBEN KUPFERTAFELN
UND DEM REGISTER ÜBER ALLE DREI BÄNDE.

HALLE,
IN DER RENGERSCHEN BUCHHANDLUNG.
1800.

Digitized by Google

NEW YORK
PUBLIC
LIBRARY

Digitized by Google

Vorrede.

Mit diesem dritten Bande beschliesse ich den ersten Jahrgang der Annalen der Physik. In wie weit sie schon jetzt ihrem Zweck entsprechen, mag man aus der Inhaltsanzeige und aus dem vollständigen Register beurtheilen, welches zugleich eine Art von Repertorium über die neuste Physik, ihren Zustand und ihre Fortschritte im In- und Auslande abgeben kann. Der Herausgeber ist sich bewufst es von seiner Seite nicht an Fleifs und Mühe haben fehlen zu lassen, und darf, da allmählig immer mehrere unsrer vorzüglichern Physiker als Theilnehmer hinzutreten, versichern, dafs der nächste Jahrgang noch interessanter, belehrender und für die allgemeine Lectüre anziehender seyn werde, als dieser erste. Vom seel. *Gren* rührt lediglich das erste Stück her, an allem übrigen hat er keinen Antheil. Aus Achtung für den verdienten Gelehrten glaubte ich bisher seinen Namen an der Spitze des von ihm begonnenen Werks

*

beybehalten zu müſſen; höre aber fernerhin damit auf, um den Anſchein eines Aushängeſchildes zu vermeiden. Nochmals empfehle ich dieſe Annalen der Theilnahme unſrer vorzüglichſten deutſchen Phyſiker, die ſie leicht zu einem eben ſo nationalen Werke, als das franzöſiſche und engliſche Journal der Phyſik, erheben könnten, und insbeſondre glaube ich diejenigen unter ihnen, denen das Fach der Naturkunde in unſern gelehrten Blättern anvertraut iſt, auffodern zu müſſen, durch Anzeige und Beurtheilung des numehr vollendeten Jahrgangs das Ihrige zur Vervollkommung und Erweiterung eines Inſtituts beyzutragen, das mit darauf berechnet iſt, ihrer Wiſſenſchaft Freunde zu erwecken und zu erhalten.

Halle den 2ten Februar
1800.

Ludwig Wilhelm Gilbert.

Digitized by Google

INHALT.

Dritten Bandes erſtes Stück.

I. Ein neues ſehr einfaches Mittel, die Kraft der electriſchen Flaſchen und Batterieen beträchtlich zu erhöhen; Methode, dieſe Kraft genau zu meſſen; und Beſchreibung eines neuen Univerſal-Electrometers, von John Cuthbertſon in London Seite 1

II. Wie die Stärke electriſcher Batterieen während des Ladens zu meſſen iſt, vom Obriſt-Lieutenant Haldane 22

III. Will. Nicholſon's Nachricht von einigen Verſuchen Cuthbertſon's, angeſtellt, um ein Maaſs für die Kraft electriſcher Maſchinen zu finden 25

IV. Unterſuchungen über die Verengerung, welche ſich im Waſſerſtrahl bildet, wenn Waſſer aus Gefäſsen durch eine Oeffnung in einer dünnen Platte ausſtrömt, von J. B. Venturi, Prof. der Phyſik zu Modena 35

V. Ideen zu einer Theorie des Magneten, von L. A. von Arnim.

1. Beobachtungen über die chemiſche Beſchaffenheit der Magneten 48

Zuſatz. Verſuche über den Einfluſs der Eiſenmagneten auf Galvaniſche Erſcheinungen 63

Digitized by Google

VI. Verſuche, mittelſt des Diamanten das geſchmeidige Eiſen in Gufsſtahl zu verwandeln, von Guyton S. 65

Zuſatz des Herausgebers. Einige Bemerkungen Nicholſon's über den Stahl, und Gazeran's über die Coaks 71

VII. Verſuche über die chemiſche Zerlegung des Luftkreiſes, von Alex. von Humboldt.

1. Beſchreibung eines Kohlenſäuremeſſers 77

2. Ueber die Kohlenſäure, welche im Dunſtkreiſe verbreitet iſt, und über die Beſchaffenheit des Luftkreiſes der gemäſsigten Zone 79

3. Ueber die Entbindung des Lichts 83

4. Verſuche über das Salpetergas und ſeine Verbindungen mit dem Sauerſtoffe 85

VIII. Nachtrag zu den vorhergehenden Abhandlungen des Herrn von Humboldt's. Ueber einige bisher nicht beachtete Urſachen des Irrthums bey Verſuchen mit dem Eudiometer, von L. A. v. Arnim 91

IX. Einige Bemerkungen über die Atmoſphäre der Erde, der Sonne und der übrigen Planeten, von Daniel Melanderhielm, Profeſſor der Aſtronomie zu Upſala 96

X. Einige magnetiſche Beobachtungen.

1. Bemerkungen über die natürlichen Magneten, vom Bürger Haüy. 113

2. Ueber Vaſſali's Magnet ohne Abweichung und Inclination, von Tremery, Ingénieur des Mines 116

3. John Macdonald's Beobachtungen über die tägliche Abweichung der Ma-

gnetnadel im Fort Marlborough auf Sumatra, und in der Inſel St. Helena S. 118

XI. Anzeige eines neuen Hygrometers, von F. W. Voigt zu Jena 126

Dritten Bandes zweites Stück.

I. Unterſuchungen und Erfahrungen über die Seitenmittheilung der Bewegung in flüſſigen Körpern, angewandt auf die Erklärung verſchiedner hydrauliſcher Erſcheinungen, von J. B. Venturi. Beſchluſs 129

(Theorie der Blaſewerke durch Waſſer oder der ſogenannten Waſſertrommel; beſonderer Entwäſſerungsgräben; der Wirbel in Strömen und beym Ausfluſſe des Waſſers aus Gefäſsen; der Pfeifentöne.)

Iſaac Weld's Beſchreibung der Waſſerfälle im Niagara 133

II. Verſuche über die Fortpflanzung des Schalls durch feſte und flüſſige Körper, und über die Reſonanz muſikaliſcher Inſtrumente, von Perolle, Prof. der Med. zu Toulouſe 167

III. Bemerkungen über den Schall und die akuſtiſchen Inſtrumente, bey Gelegenheit des vorigen Aufſatzes, von Will. Nicholſon 181

IV. Perolle's Bemerkungen zu Chladni's Verſuchen über die Töne einer Pfeife in verſchiednen Gasarten; mit einigen Gegenbemerkungen und Zuſätzen 193

Chladni, über die Erzeugung des Flötentons, Fortpflanzungsart des Schalls, Geſchwindigkeit deſſelben in feſten Körpern, und Fortpflanzung artikulirter Töne durch feſte Körper 159, 177, 182

V. Ueber die kalten Winde, welche aus der Erde dringen, (*Ventaroli*,) von Herrn von Sauſſüre, nebſt Bemerkungen von Will. Nicholſon und dem Herausgeber S. 201

Ueber die Temperatur der Höhlen unter der Pariſer Sternwarte und einiger Brunnen 217

VI. Ueber die ſpaniſchen Alcarazzas, von Fabbroni 230

VII. Bemerkungen einer optiſchen Erſcheinung, welche ins Waſſer getauchte Gegenſtände verdoppelt zeigt, von Hällſtröm, Lehrer der Phyſik zu Abö 235

VIII. Beobachtungen über ſcheinbare Verdoppelung der Gegenſtände für das Auge, von L. A. von Arnim 249

Dritten Bandes drittes Stück.

I. Beobachtungen über die horizontale Strahlenbrechung bey irdiſchen Gegenſtänden und über die Vertiefung des Seehorizontes (*dip of the ſea*), von Joſeph Huddart F. R. S. 257

II. Beobachtungen des General Roy's, Dalby's und mehrerer Aſtronomen über die Gröſse der irdiſchen Strahlenbrechung und die Vertiefung des Seehorizonts, mit Bemerkungen des Herausgebers 281

III. Beobachtungen über die horizontale Strahlenbrechung und die wunderbaren Erſcheinungen, welche ſie bewirkt, vom Prof. Büſch in Hamburg 290

IV. Beobachtungen beſonderer Strahlenbrechungen von Boscowich, Monge und Ellicot 302

V. Beyträge zur Lehre von der Wärme in phyſikaliſcher und ökonomiſcher Rückſicht, vom Grafen von Rumford in London.

1. Von der Erzeugung der Wärme beym Verbrennen der Brennmaterialien S. 309

2. Von den Mitteln, die Wärme einzuſchlieſsen und ihre Wirkung zu regieren 327

3. Von der Wirkungsart, wie die Flamme andern Körpern Wärme mittheilt 343

4. Ungefähre Berechnung, wie viel Brennmaterial bey der gewöhnlichen Behandlung des Feuers in den Küchen unnütz verſchwendet wird 352

VI. Ein merkwürdiger Hof um den Mond, beſchrieben von Wilh. Hall aus Whitehall 357

VII. Eine ſeltene Lufterſcheinung, beſchrieben vom Herausgeber 360

VIII. Einiges aus Grens nachgelaſſenen Papieren. (Beſchluſs)

3. Chemiſche Unterſuchungen des Amalienbades zu Morsleben im Magdeburgiſchen. 368

Dritten Bandes viertes Stück.

I. Beobachtungen über die Strahlenbrechung auf erwärmten Flächen, vom Abbé Tobias Gruber K. K. Kameral-Baudirector in Prag 377

II. Beobachtungen über die Brechung der Lichtſtrahlen, die nahe über der Erdfläche hinfahren, von Reinhard Woltmann: Baudirector im hamburg. Amte Ritzebüttel 397

(Beſchreibung des Phänomens S. 398; Beobachtungen und dazu eingerichteter Apparat S. 410.; Reſultate. S. 426.)

III. Theorie der mit Spieglung verbundnen Senkung und Hebung der Objecte am Horizont, vom Abbé Gruber; (ein Zuſatz zu vorſtehendem Aufſatz.) 439

IV. Ueber die Bewegungen kleiner brennender Dochte, wenn ſie in einem Becken mit Oehl ſchwimmen, von Patrick Wilſon, Prof. der prakt. Aſtron. zu Glasgow 447

Anmerkungen dazu von L. A. von Arnim 458

V. Ueber die Verſuche mit geblendeten Fledermäuſen, von Jurine 461

Sachregiſter ſammt *Namenregiſter* zu den *drey erſten Bänden* von *Gilberts* Annalen der Phyſik 465

Einige Druck- und Schreibfehler 495

ANNALEN DER PHYSIK.

DRITTER BAND, ERSTES STÜCK.

I.

Ein neues sehr einfaches Mittel, die Kraft der electrischen Flaschen und Batterien beträchtlich zu erhöhen; Methode, diese Kraft genau zu messen; und Beschreibung eines neuen Universal-Electrometers,

von

JOHN CUTHBERTSON

in London. *)

Im Jahre 1774 baute E. Nairne eine Electrisirmaschine, welche alle ehemahligen an Wirksamkeit weit übertraf, und eine gröfsere und beſser eingerichtete Batterie, als man bis dahin gehabt hatte. Diese Batterie, von 50 Quadratfuſs Belegung, war einer so starken Ladung fähig, daſs der Entladungsschlag von einem $\frac{1}{150}$ Zoll dicken Drahte

*) Im Auszuge aus Nicholsons *Journal of natur. philos.*, Vol II, p. 525 — 535.

eine Länge von 45 Zoll ſchmolz; das macht auf jeden Quadratfuſs Belegung $\frac{9}{10}$ Zoll Draht, welches viel mehr war, als noch irgend eine Batterie geleiſtet hatte. Die Batterie von 135 Quadratfuſs Belegung, die ich 1785 für das *Teylerſche Muſeum* zu Harlem verfertigte, war die erſte, welche die Batterie Nairne's an Gröſse und Stärke übertraf. Sie ſchmolz von derſelben Drahtgattung eine Länge von 180 Zoll, welches auf den Quadratfuſs Belegung 1,3 Zoll Draht giebt. Gerade ſo ſtark blieb die Intenſion ihrer Kraft, als ſie nachher bis auf 225 Quadratfuſs Belegung vergröſsert wurde und 300 Zoll Draht ſchmolz. Die Batterie von 100 Flaſchen, jede zu $5\frac{1}{2}$ Quadratfuſs Belegung, die ich bald darauf für das Teylerſche Muſeum verfertigte, würde, nach dem Schmelzen dickerer Drahtſorten zu urtheilen, von dieſem Drahte eine Länge von 655 Zoll geſchmolzen haben; *) giebt ebenfalls 1,3 Zoll Draht auf jeden Quadratfuſs Belegung.

Nach meiner Rückkunft in London habe ich mehrere Batterien, gewöhnlich von 15 Flaſchen, jede zu 168 Quadratzoll Belegung, gebauet, die, da ſie 17 Quadratfuſs Belegung enthalten, bei gleicher Kraft mit der Nairne's 153, und bei gleicher Kraft mit der Teylerſchen 22 Zoll Draht hätten

*) Von Draht, $\frac{1}{40}$ Zoll dick, ſchmelzte die 135füſsige Batterie 6 Zoll, die 225füſsige 10 Zoll, und die 550füſsige 25 Zoll; dieſe Drahtlängen ſind den Belegungen proportional. C.

ſchmelzen müſſen, ſtatt deſſen aber, mittelſt eines eignen Kunſtgriffs, ſich dahin bringen laſſen, 60 Zoll Draht zu ſchmelzen; eine auſserordentliche Zunahme an Kraft, die, wie ſie zu bewirken ſey, wohl nicht leicht zu rathen ſeyn möchte. Gewöhnlich lade ich dieſe Batterien mit einer 2füſsigen Scheibenmaſchine; man darf daher den Grund dieſer Verſtärkung nicht in einem ſtärkern Ladungsvermögen der Maſchine ſuchen. Nairne's Batterie war freilich, ſowohl in der Belegung als in den innern Drähten der Flaſchen, nicht ganz fehlerfrei, aber die Harlemer Batterien ſind eben ſo gut wie meine jetzigen eingerichtet. Zwar beſtehen ſie aus böhmiſchem Glaſe, und meine jetzigen aus weiſsem Flintglaſe, allein das ſcheint keinen beträchtlichen Einfluſs zu haben, da ich mich erinnere, mit einzelnen Flaſchen aus böhmiſchem Glaſe in Amſterdam gerade ſo viel Draht geſchmolzen zu haben, als ich jetzt mit Flaſchen aus weiſsem Flintglaſe ſchmelze. Dieſe Erhöhung an Kraft ſcheint alſo allein auf folgender veränderten Art, die Batterie zu laden, zu beruhen.

Die Harlemer Batterien wurden nie anders geladen, als in trocknem Wetter, welches man gewöhnlich am vortheilhafteſten für electriſche Verſuche hält. Der Saal, worin Maſchine und Batterien ſtehen, läſst ſich nicht heitzen, welches nicht wohl berechnet iſt; die Flaſchen werden vor der Ladung ſo viel als möglich gereinigt und getrocknet, und wenn ſie dann bis zum Selbſtentladen

electrisirt waren, so glaubten wir die gröfste Wirkung der Batterie zu erhalten.

Schon damahls erzählte uns Herr Brooke aus Norwich, eine nicht gereinigte Flasche lasse sich stärker als eine gereinigte laden; aber seine Angabe war so unbestimmt, dafs es mir nie gelang, eine nicht gereinigte Flasche zu erhalten, welche seiner Versicherung entsprochen hätte; nahe an zweihundert Flaschen einer Batterie in einen solchen Zustand von Nichtreinigung, (*dirtyness*,) zu bringen, wurde nie versucht. Auch scheint Brooke selbst seine Methode nie auf eine Batterie, sondern nur auf zwei kleine Flaschen angewandt zu haben, deren Ladungsfähigkeit dadurch sehr verschiedentlich erhöhet wurde.

Einige Zeit darauf, 1792, bemerkte ich zufällig, dafs eine frisch belegte Flasche, (deren Inseite über der Belegung immer etwas feucht ist,) sich stärker als eine ähnliche früher belegte Flasche laden liefs, und dafs Flaschen bei feuchter Luft, wenn man sie inwendig nicht trocknet, eine eben so erhöhete Ladung annehmen. Ich versuchte daher, ob sich nicht dasselbe ereignen würde, wenn ich bei trockener Witterung in die zu ladende Flasche hinein hauchte, und in der That verstärkte sich dadurch die Ladung so, dafs eine Flasche, die bei trockenem Wetter nicht mehr als 5 Zoll Draht schmolz, 12 Zoll zu schmelzen vermochte. Ich weifs nicht, ob es das Widersprechende gegen die gewöhnliche Methode, Batterien nur in trockenem Wetter zu

brauchen, war, oder was mich sonst davon abhielt, diesen einfachen Kunstgriff sogleich auch bei einer Batterie zu versuchen. Erst im März 1796, als während eines Cursus von Versuchen die Luft so ausserordentlich trocken war, dass eine der 17füsigen, vorhin erwähnten Batterien, sich stets eher entlud, als die Ladung bis zu der Stärke, die ich wünschte, gekommen war, fiel es mir ein, in die Flaschen der Batterie vor dem Laden durch eine Glasröhre zu hauchen. Und dieses hatte die glücklichste Wirkung. Statt dass ich es vorhin bei dem damahligen Zustande der Luft nicht dahin zu bringen vermocht hatte, mehr als 18 Zoll Draht zu schmelzen, schmolzen nun, zu meinem grosen Erstaunen, 60 Zoll Draht, und ich sah mich so im Besitze einer höchst einfachen Methode, die Wirkung einer Batterie dem Anscheine nach zu verdreifachen.

Da ich mir keine Rechenschaft von dieser Art, die Ladung zu verstärken, geben konnte, so unternahm ich eine Reihe von Versuchen, um einiges Licht hierüber zu verbreiten. Die Hauptversuche über die Kraft der Batterien haben der D. van Marum 1785 und 1795 und Brooke zu Norwich 1786 angestellt, *) ihre Resultate sind aber

*) Erst während des Niederschreibens dieses Aufsatzes fand ich in dem Werke Brooke's die hierher gehörigen Versuche. Wahrscheinlich liegt es an dem Mangel an Ordnung, womit die sehr einsichtsvollen Versuche Brooke's erzählt sind, dass

ſehr verſchieden, ſtimmen auch nicht mit meinen frühern Verſuchen überein. Mir fehlte es damahls eben ſo als dem D. van Marum an einem Electrometer, das die verhältniſsmäſsige Menge der electriſchen Materie mit hinlänglicher Genauigkeit angezeigt hätte. Brooke beſaſs zwar ein von ihm dazu erfundenes Inſtrument, deſſen Behandlung aber ſo viele Geſchicklichkeit erforderte, ſo unbequem und ſo koſtbar war, daſs es andere Phyſiker wohl nur deshalb bisher nicht nachgemacht haben. Dagegen vereinigt folgendes, vor kurzem von mir erdachtes einfaches und bequemes *Electrometer*, welches auf Taf. I, Fig. 1, abgebildet iſt, alles in ſich, was zu dieſem Verſuche erfordert wird.

Auf einem 18 Zoll langen und 6 Zoll breiten Brette *GH* ſtehen 3 Glasfüſse *D*, *E*, *F*, welche die drei iſolirten Kugeln *a*, *b*, *c* tragen. Unter der Meſſingkugel *a* befindet ſich ein langer meſſingener Haken, mit welchem der zu ſchmelzende Draht und die Auſsenſeite der Batterie in Verbindung geſetzt wird. Die Kugel *b* öffnet ſich unten in eine 3 Zoll lange meſſingene Röhre, welche auf den Glasſtab *F* aufgekittet iſt, und hat zur Seite und oberwärts ein Loch. In das erſtere wird ein Meſſingſtab *L* hineingeſchoben, der die Kugel mit einem Knopfe

ſie nicht bloſs meiner Aufmerkſamkeit beim frühern Leſen der Schrift, ſondern, wie es ſcheint, auch der des Herrn D. van Marum und der übrigen Electriker bisher entgangen waren. *C.*

der Batterie in Verbindung ſetzt. Die letztere Oeffnung hat $\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmeſſer, und liegt ſenkrecht über der untern Röhre. Die dritte Kugel *c* endlich beſteht aus zwei Hälften, die von einander zu ſchieben ſind, und es läſst ſich auf ſie ein gewöhnliches Henleyſches Quadrant-Electrometer *K* aufſchrauben. Die obere ihrer Hälften hat rechter Hand, die untere linker Hand einen Einſchnitt, die einander gegen über angebracht ſind, und dem Meſſingſtabe *AB*, (der durch die Kugel *c* hindurchgeht und in ihrem Mittelpunkte mittelſt zweier zugeſchärfter Zapfen auf gehörig geſtalteten Pfannen ruht,) die Freiheit geben, ſich aus der Horizontallage bis *a* ungehindert herab zu bewegen. Die Kugeln *A*, *B* ſind ſo abgewogen, daſs ſie ſich genau das Gleichgewicht halten, und daſs der Schwerpunkt des ganzen Wagebalkens etwas über den Ruhepunkt deſſelben liegt. Die Kugeln *A* und *a* berühren ſich in der geneigten, die Kugeln *B* und *b* in der horizontalen Lage des Wagebalkens, und zwar letztere ſo, daſs zwei Löcher oben und unten in *B* genau ſenkrecht über den Oeffnungen der Kugel *b* ſtehen. Nun hat man mehrere Gewichte *i* von verſchiedenen Granmengen, in Geſtalt von Nadeln, deren breiter Kopf zwar durch die obere, nicht aber durch die untere Oeffnung der Kugel *B* geht, und deren Stiel in die Kugel *b* und die Röhre darunter hinabhängt.

Auch ohne dieſes Gewicht *i* würde der Wagebalken *AB*, wenn er in horizontale Lage gebracht

ist, für sich darin bleiben; sobald man aber den Kugeln *B* und *b* auch nur wenig Electricität zuführte, würden sich beide Kugeln von einander abstofsen, und da der Schwerpunkt des Wagebalkens über dem Drehpunkte liegt, *B* sogleich so weit in die Höhe fahren, bis die Kugeln *A* und *a* zusammenträfen. Ein kleines Gewicht in *B* hält diese Kugel beim Electrisiren länger mit *b* in Berührung, so dafs im Verhältnisse dieses Gewichts gröfsere Grade von Electricität erfordert werden, um den Wagebalken in Bewegung zu bringen. Steht dann die Kugel *b* mit der innern und *a* mit der äufsern Belegung einer Flasche in Verbindung, so schlägt die Flasche los, sobald *A* und *a* sich bis auf die Schlagweite nähern.

Man sieht leicht, dafs dieses Instrument drei verschiedene Electrometer in sich vereinigt: ein *Henlysches*, welches den allmähligen Anwachs der Electricität während des Ladens der Batterie anzeigt; Lane's *Entladungs-Electrometer*; und Brooke's *Wage-Electrometer*; und zwar die beiden letztern, die bei ihren Erfindern noch sehr unvollkommene Vorrichtungen sind, wie ich mir schmeichle, beträchtlich verbessert. Lane's Electrometer läfst sich in seiner ersten Einrichtung nicht wohl bei Batterien brauchen, weil die Entladungskugel dem Knopfe der Batterie so nahe hängt, dafs sich immer Staub und Fäden so stark zwischen beide Kugeln ansetzen, dafs sie die Ladung aufhalten und starke Ladungen oft unmöglich machen; hier hingegen stehen beide Kugeln 4 Zoll weit aus einander, und die Ent-

ladungskugel des Electrometers ſetzt ſich nicht eher in Bewegung, als bis die verlangte Stärke der Ladung wirklich erreicht iſt. Brooke's Wage-Electrometer konnte erſtens keine Entladung bewirken; zweitens führte die Schwierigkeit, die erſte Trennung der Kugeln zu beobachten, leicht zu groſsen Irrthümern; und drittens lieſs es ſich im unvortheilhaften Lichte nicht ohne Beihülfe eines Dritten beobachten: — Nachtheile, welche ich vermieden habe. Durch dieſe Verbindung und dieſe Verbeſſerungen leiſtet mein Electrometer alles, was man nur immer von einem Electrometer verlangen kann. Wir bemerken bei *k* die Zunahme der Ladung; beim Auseinandergehen der Kugeln *B* und *b* giebt ſich die Repulſivkraft in Gewichttheilen; und ſobald die Ladung bis zur verlangten Stärke gekommen iſt, bewirkt die Kugel *A* die Entladung.

Mit Hülfe dieſes Inſtruments ſtellte ich folgende Reihe von Verſuchen an:

Verſuch 1. Ich verband die Kugel *b* mit einer Flaſche *M* von 168 Quadratzoll Belegung, brachte das Electrometer gehörig daran, indem ich die Juſtirſchraube in *C* ſo lange drehte, bis die Kugeln *B* und *b* ſich berührten, und legte dann in *B* die Nadel 15. Darauf wurden 2 Zoll Spiralfederdraht *) zwi-

*) Man bekömmt dieſen Draht bei den Uhrmachern käuflich. Er beſteht aus platt geſchlagenem Stahle, und man verfertigt daraus die kleine Feder, welche die Unruhe in den Uhren treibt. Der, deſſen

ſchen zwei Paar Stahlfederzungen, (die in der Figur bei *G* und *m* abgebildet ſind und eine Art kleiner Zangen bilden;) befeſtigt, und die ſeine dieſer Zänglein an den Haken *m*, der jenen Draht mit der Kugel *a* des Electrometers in Verbindung ſetzte, die andere an einen dicken Draht *N* gehängt, der mit der äuſsern Belegung der Flaſche Verbindung hatte. Dann reinigte und trocknete ich den nicht belegten Theil der Flaſche ſorgfältig, und brachte den Stab *L* an den Leiter der Electriſir-Maſchine. Mit zunehmender Ladung ſtieg *k* immer höher, und bei der Entladung wurde der Spiralfederdraht durch den Schlag, der hindurch ging, geſchmolzen und zerfiel in kleine Kugeln.

Verſuch 2. Nun brachte ich 8 Zoll von demſelben Spiralfederdrahte zwiſchen die Stahlzungen, legte in *B* das Gewicht 30, und trocknete und reinigte wiederum den unbelegten Theil der Flaſche. Allein ehe die Kugel *B* in Bewegung kam, und als das Electrometer *k* wenig Electricität mehr als vorhin zeigte, erfolgte eine Selbſtentladung der Flaſche. Ich blies darauf in die Flaſche durch eine Glasröhre, und nun erfolgte keine Selbſtentladung, ſondern *B* kam in Bewegung, und der Schlag, der von *A* nach *a* überſprang, ging durch den Draht, und ſchmolz die 8 Zoll in demſelben Grade, wie vorhin 2 Zoll Draht,

Cuthbertſon ſich bediente, war 0,005 Zoll breit, und 44½ Zoll dieſes Drahts wogen ein Grän. *Nicholſon.*

ſo nämlich, daſs der Draht durch ſeine ganze Länge roth glühte und in Kügelchen zerfiel. — Entladungen bewirken nämlich ſehr verſchiedene Grade von Schmelzung; und giebt man darauf nicht gehörig Acht, ſo kann das zu groſsen Irrthümern führen. Am füglichſten bleibt man bei dem hier erwähnten Grade von Schmelzung. Auch muſs man ſorgfältig darnach ſehen, daſs der zu ſchmelzende Draht ſtraff in gerader Linie, ohne Ecken und Beugung, angezogen iſt.

Aus dem doppelten Gewichte und aus der Menge der Umdrehungen der Maſchine zu ſchlieſsen, war die Flaſche bei dieſem Verſuche noch einmahl ſo ſtark als beim erſtern geladen. Da es ſcheinen könnte, daſs der Schlag beim Durchgange durch den abgeplatteten Spiralfederdraht, deſſen ich mich in dieſen beiden Verſuchen bedient hatte, ſich durch die Schärfen des Drahts etwas zerſtreuet habe, ſo wiederholte ich beide Verſuche mit rundem Drahte, und der Erfolg blieb derſelbe.

Verſuch 3. Um genau die Drahtlängen zu erforſchen, die bei einerlei Intenſion der electriſchen Materie von verſchiedenen Mengen derſelben geſchmolzen werden, ſetzte ich an den Draht *L* noch eine zweite Flaſche auch von 168 Quadratzoll Belegung, legte in *B* das Gewicht 15, und ſpannte 2 Zoll vom vorigen Drahte zwiſchen die Stahlfederzungen. Indem die Kugel *B* anfing, zu ſteigen, wurde, ehe noch die Kugeln *A* und *a* ſich ſo weit genähert hatten, daſs die Entladung erfolgt wäre, dieſe zweite Flaſche vom Drahte abgerückt, wozu man wäh-

rend des Sinkens der Kugel *A* hinreichend Zeit hat. Beim Entladen der gebliebenen Flaſche wurden die 2 Zoll Draht gerade geſchmolzen.

Darauf wurden 8 Zoll von demſelben Drahte eingeſpannt, bei unverändertem Gewichte aufs neue 2 Flaſchen ſo an die Stange *L* geſetzt, daſs ihre äuſsere Belegung in leitender Verbindung ſtand und die zweite Flaſche beim Entladen nicht verrückt. Beide Flaſchen ſchlugen nun los und ſchmolzen die 8 Zoll Draht in eben dem Grade, wie vorhin die 2 Zoll. — In dieſem Falle war offenbar die Entladung das Doppelte der vorigen. Beim Wiederholen des Verſuchs ergaben ſich indeſs ſo verſchiedene Reſultate, daſs ich fürchten muſste, der Schlag zerſtreue ſich zum Theil durch die Schärfen des Drahts. Ich nahm daher runden Draht, ſo dick als er, um hinlänglich geſchmolzen zu werden, nur ſeyn konnte.

Verſuch 4. Von rundem Drahte, $\frac{1}{150}$ Zoll im Durchmeſſer, wurden 6 Zoll eingeſpannt, und an den Stab *L* drei Flaſchen von 168 Quadratzoll Belegung geſetzt. Alle drei ſchlugen zugleich los, und der ganze Draht wurde gerade geſchmolzen.

Als ich 2 Zoll von demſelben Drahte einſpannte, und indem die Kugel *B* ſtieg, die eine der drei Flaſchen abrückte, ſo daſs nur 2 losſchlugen, ſchmolzen gerade dieſe 2 Zoll auf eben die Art.

Verſuch 5. Durch vier Flaſchen wurden 8 und dann auch $8\frac{1}{2}$ Zoll von demſelben Drahte immer bei unverändertem Gewichte *i* geſchmolzen, und zwar

zerfiel die letzte Drahtlänge so eben in Kügelchen; 9 Zoll Draht vermochte der Schlag nur in ihrer ganzen Länge rothglühend zu machen.

Als beim Heben der Kugel *B* zwei Flaschen abgerückt wurden, schmolzen 2 Zoll von demselben Drahte und $2\frac{1}{2}$ Zoll wurden rothglühend.

Versuch 6. Vierzehn ähnliche Flaschen schmelzten, auf dieselbe Art behandelt, von einem Drahte, der $\frac{1}{100}$ Zoll dick war, wenn alle stehen blieben, eine Länge von 8 Zoll, und wenn sieben beim Ansteigen der Kugel *B* abgerückt wurden, 2 Zoll.

Alle diese Versuche zeigen hinlänglich, dass die *doppelte Menge von electrischer Materie, in Gestalt einer Entladung, eine vierfache Drahtlänge schmelzt,* und aus Versuch 4 folgt: *dass von einer $1\frac{1}{2}$mahl so grosen Menge von Electricität eine dreifache Drahtlänge geschmolzen wird.*

Ich muss deshalb an der Genauigkeit der Versuche des Dr. van Marum's zweifeln, nach welchen die Längen des geschmolzenen Drahtes in gleichem Verhältnisse mit der Belegung seiner Batterien wuchsen, und also doppelt so viel Belegung nur eine doppelte Drahtlänge zu schmelzen vermöchte. Wahrscheinlich wurde er zu dieser irrigen Angabe dadurch verführt, dass er *erstens* seine Batterien wohl nicht gleich stark geladen hatte, indem er damahls kein dazu recht dienliches Electrometer besass; *zweitens* hat er vielleicht nicht auf die so ver-

ſchiedenen Grade der Schmelzung Acht gehabt, und die Stärke der Entladung bloſs darnach beurtheilt, daſs der Draht in Kügelchen zerfiel, welches leicht zu Miſsgriffen verleitet. Denn geſetzt, eine Flaſche oder Batterie laſſe ſich ſo ſtark laden, daſs ſie eben 18 Zoll Draht zu Kügelchen ſchmelzt; ſo wird dieſelbe Ladung auch auf einen gleich dicken und kürzern Draht, bis auf 7 Zoll herab, keine weitere Wirkung haben, als daſs ſie ihn zu Kugeln ſchmelzt, lediglich mit dem Unterſchiede, daſs im letztern Falle die Kügelchen kleiner ſind, und weiter aus einander ſtieben; 6 Zoll dieſes Drahts werden in Geſtalt von Flocken und Kügelchen in einen braunen Eiſenocher verwandelt. Um hierbei mit Genauigkeit zu verfahren, muſs man den niedrigſten Grad von Schmelzung ſuchen, der ſich dadurch charakteriſirt, daſs der Draht, indem der Schlag hindurch geht, in ſeiner ganzen Länge roth glühet, und darauf erſt in Kügelchen zerfällt.

Das aufgefundene Verhältniſs, wonach die Länge des ſchmelzenden Drahtes mit der Menge der ſich entladenden electriſchen Materie wächſt, belehrte mich, daſs ich die Zunahme an Kraft, welche eine Batterie durch das Hineinhauchen erhält, zu hoch geſchätzt hatte. Da eine 17füſsige Batterie von 15 Flaſchen, gut gereinigt und getrocknet, 18 bis 22 Zoll Draht von $\frac{1}{150}$ Zoll Durchmeſſer, nach dem Hineinhauchen in jede Flaſche hingegen 60 Zoll dieſes Drahtes, folglich eine dreifache Draht-

länge so eben schmolz; so war, den obigen Versuchen zufolge, die electrische Kraft im letztern Falle 1½mahl so grofs als im erstern, und 15 Flaschen thaten nach dem Hineinhauchen dieselbe Wirkung, welche 21 trockene und gereinigte Flaschen gehabt haben würden.

Es scheint nicht leicht zu seyn, diese Wirkung des Hineinathmens in die Flaschen zu erklären. Die meisten Physiker, denen ich den Versuch zeigte, waren geneigt, zu glauben, der Hauch wirke an dem innern unbelegten Theile der Flaschen gleich einer Belegung; allein das ist, wie wir sehen werden, nicht möglich. Die Meinung, welche Herr Nicholson in seinem *Journale der Physik*, II, 219, äufsert, kommt der Wahrheit näher, erklärt jedoch, wie es mir scheint, die Erscheinung nicht hinreichend. Ich stimme darin mit ihm überein, dafs Selbstentladungen längs des unbelegten Glases mehrentheils von einer Art von Wellenbewegung herrühren; dafs aber diese Wellenbewegung durch Entladung einzelner geladener Zonen bewirkt werde, möchte schwer zu beweisen seyn, da sich auf trocknem und gereinigtem Glase solche Zonen wohl nicht bilden können.

Wird eine völlig getrocknete und gereinigte Flasche an den Conductor der Maschine gesetzt, und der innere Theil geladen: so strebt die in dem zuführenden Drahte angehäufte electrische Materie

ringsum, und die im innern Belege zuſammengedrängte, aus dem obern Rande dieſer Belegung auszuſtrömen; und dadurch bilden ſich um beide electriſche Atmoſphären, die an Dichtigkeit zunehmen, ſo wie die Ladung ſtärker wird, und welche bald die ganze Flaſche einnehmen. Ein Theil der in die Belegung hineingezwängten electriſchen Materie tritt in die Oberfläche des Glaſes; wo dieſes aber nicht belegt und von aufsen und innen gereinigt und getrocknet iſt, widerſteht die innere Seite dieſem Eindringen, und hält, da die beim natürlichen electriſchen Zuſtande in der Aufsenſeite vorhandene electriſche Materie nicht entweichen kann, die in der Flaſche angehäufte electriſche Materie zurück. Zuletzt überwindet dieſe bei immer ſtärkerer Anhäufung jenen Widerſtand. Etwas electriſche Materie entweicht aus der Aufsenſeite; daraus entſteht eine wellenartige Bewegung der innerlich angehäuften; ſie dringt ſogleich ſtärker dahin, treibt dadurch noch mehr aus der Aufsenſeite heraus, und ſo entſteht das Blitzen oder Leuchten, welches ſich immer zeigt, wenn eine gut gereinigte und getrocknete Flaſche ſtark geladen wird. Bei fortdauernder Ladung entſteht auf eben die Art wiederum ein Leuchten und Hin- und Herwallen; und je nachdem die Maſchine ſchneller wirkt, je nachdem mehr electriſche Materie bei jeder Wellenbewegung aus der Aufsenſeite entweicht, und je nachdem der unbelegte Theil der Flaſche trockner und reiner iſt, iſt das zweite, dritte oder eins der folgenden

Leuch-

Leuchten mit einer Selbſtentladung der Flaſche verbunden. Zuweilen kommt es auch ohne vorhergehendes Leuchten zum Selbſtentladen; dieſes iſt der Fall, wenn gleich die erſte Wellenbewegung ſo ſtark iſt, daſs ſie eine Entladung bewirkt, da ſie dann ſo ſchnell auf jenes folgt, daſs es unmerklich wird.

Manchmahl zeigt ſich beim Laden einer Flaſche ein wiederhoites Leuchten, ſchnell hinter einander, welches nachher, ungeachtet die Maſchine immer fort wirkt, ohne eine Entladung bewirkt zu haben, aufhört. Dann iſt der unbelegte Theil des Glaſes zwar ziemlich, doch nicht vollkommen rein und trocken, und enthält zwar einige leitende Theile, doch nicht ſo viel, daſs die electriſche Materie von einem zum andern, ohne ein Leuchten an der Auſsenſeite, überſpringen könnte. Dabei verbreitet ſie ſich allmählig über die ganze Innenſeite, wodurch die Wellenbewegung ſo gemindert wird, daſs daraus keine Selbſtentladung entſteht.

Wird nun vor der Ladung die Innenſeite durch Hauchen befeuchtet, ſo muſs die zugeführte electriſche Materie, die ſich über die ganze innere Belegung augenblicklich gleichmäſsig ausbreitet, ſich eben ſo, wiewohl mit einiger Schwierigkeit, und daher nur allmählig, über die unbelegte Glasfläche ausdehnen, indem ihr die verdichtete Feuchtigkeit des Hauchs zum Leiter dient, und ſie, ſo wie dieſer ſich angeſetzt und angehäuft hat, aus den Rändern der Be-

legung an die Glasfläche in die Höhe tritt. Sind die leitenden Theilchen gleichförmig über die ganz unbelegte Glasfläche vertheilt, so wird die ganz Innenseite der Flasche geladen, freilich der unbelegte Theil, wegen der Unvollkommenheit seine Leitung, schwächer als der belegte; und bei dieser gleichförmigen Vertheilung über der ganzen innern Fläche entsteht weder ein Blitzen und Leuchten, noch eine Entladung längs des Glases zwischen beiden Belegungen. Eher wird die Flasche selbst durchbohrt, oder ist sie dazu zu stark, so ströme die electrische Materie, längs der obern Oeffnung der Flasche, mit eben der Geschwindigkeit aus mit der sie ihr zugeführt wird.

Eine Selbstentladung kann nur dann erfolgen, wenn ein Körper von hinlänglicher Masse und Leitungsfähigkeit vorhanden ist, um den Theil von electrischer Materie, der sich entladet, an der Stelle der Entladung in sich zu schliefsen; ohne dies wird nie eine Entladung statt haben. Die leitende Feuchtigkeit reicht aber nur eben hin, die von der Maschine angehäufte electrische Materie über der Glasfläche zu verbreiten, ist aber nicht dicht genug, um eine Selbstentladung in sich zu nehmen oder zu beherbergen. Ereignet sich eine Selbstentladung, so kann sie nur von der innern Belegung, oder von dem Drahte in der Flasche herrühren, aus denen sie zur äufsern Belegung überspringt; beides wird in diesem Falle gehindert. Die innere Belegung kann

ſich nur durch ihren obern Rand entladen; das geht dann aber nicht an, da die Flaſche dicht über dieſem Rande eben ſo ſtark als in der Belegung mit electriſcher Materie gefüllt iſt, die ſich nach allen Seiten zurücktreibt. Eben ſo hindert die Repulſivkraft der auf den obern Rand der Innenſeite condenſirten electriſchen Materie die Entladung des Drahtes: mithin kann eine Flaſche unter dieſen Umſtänden ſich nicht von ſelbſt entladen; und iſt das Ladungsvermögen erſchöpft, ſo ſtrömt die electriſche Materie eben ſo ſchnell, als ſie ihr zugeführt wird, über den obern Rand der Flaſche aus.

Dieſe Vergröſserung der Ladungsfähigkeit einer Flaſche und einer Batterie iſt folglich zwar, ohne Zweifel, den feuchten Theilchen zuzuſchreiben, die ſich auf der innern unbelegten Fläche des Glaſes niederſchlagen; allein dieſe wirken nicht, wie manche glaubten, als eine Belegung, ſondern bloſs dadurch, daſs ſie in den Zuſtand kommen, oder vielmehr das Vermögen erhalten, einer Selbſtentladung zu widerſtehen, ſo daſs ſich eine ſtärkere Ladung als auſserdem in die Belegung hineinzwängen läſst. *)

*) Wahrſcheinlich haftet die electriſche Materie nicht ſowohl an den feuchten Theilchen, wie es ſich Cuthbertſon vorſtellt, als vielmehr an der behauchten innern Seite des Glaſes ſelbſt. Dann wäre das Behauchen ein Mittel, das Glas, das ſonſt nur durch Reibung urſprünglich zu electri-

Wenn die Flaſchen entladen werden, ſo entladet ſich zwar wohl etwas von der auf der innern unbelegten Glasfläche angehäuften electriſchen Materie zugleich mit, (vielleicht bis auf $\frac{1}{2}$ Zoll, über den

ſiren iſt, auch durch Zuführung und Mittheilung electriſch zu machen. Bekanntlich läſst aber das Glas, ſo wie andere Nichtleiter, die auf ſeiner Oberfläche angehäufte electriſche Materie bei Berührung mit Leitern, und ſo auch wahrſcheinlich bei allen übrigen Entladungen, nur ſtellenweiſe, (am berührten Orte ſelbſt,) und nicht alle auf einmahl fahren. Dadurch würde das Ueberſpringen der auf der unbelegten innern Seite des Glaſes condenſirten electriſchen Materie zur äuſsern Belegung in Geſtalt einer Selbſtentladung unmöglich; die Repulſivkraft der hier im Glaſe haftenden electriſchen Materie verhinderte zugleich, wie Cuthbertſon richtig bemerkt, die Selbſtentladung der innern Belegung oder des zuführenden Drahtes, und eben deshalb lieſse ſich in beiden weit mehr Electricität als ohne dies anhäufen. Auch nach dieſer Erklärung beruhete daher die Verſtärkung der Ladung durch das Hineinhauchen lediglich und allein auf der ſtärkern Anhäufung der Electricität in der innern Belegung und im Drahte, und keinesweges auf der im unbelegten Theile des Glaſes haftenden electriſchen Materie. Wird die Flaſche mittelſt einer leitenden Verbindung zwiſchen der äuſsern und innern Belegung entladen, ſo kann nur die electriſche Materie, welche in der innern Belegung und dem Drahte, als Leitern, condenſirt iſt, plötzlich und mit einem Mahle, in Geſtalt eines electriſchen Schlags, nach der äuſsern Belegung

Rand der Belegung, mehr oder weniger, nach dem Grade der Feuchtigkeit u. der Lage der feuchten Theilchen;) allein dieſer Zuwachs der Entladung iſt von weniger Bedeutung, und vermag keinesweges bei einer Batterie von 15 Flaſchen die Wirkung in dem Grade, als wenn 7 Flaſchen mehr vorhanden wären, wie das in der That der Fall iſt, zu erhöhen.

überfahren. Die an dem nicht-leitenden Glaſe haftende Electricität wird dadurch vom Glaſe nicht getrennt. Cuthbertſon läugnet daher mit Recht, daſs die Feuchtigkeit als Belegung wirke; wiewohl mir die in dieſer Anmerkung verſuchte Erklärung den wahren Punkt noch beſſer, als die Cuthbertſonſche, zu treffen ſcheint. *d. H.*

II.

Wie die Stärke electriſcher Batterien während des Ladens zu meſſen iſt.

vom

Obriſt-Lieutenant HALDANE. *)

Die Batterie werde iſolirt, ihre äuſsere Belegung mit dem Innern einer nicht-iſolirten Leidner Flaſche in Verbindung gebracht, und mit dieſer ein daneben ſtehendes Cuthbertſonſches Electrometer, welches man der Stärke der Ladung, die man als Einheit oder Maafs hierbei brauchen will, gemäfs einrichtet. Indem die Batterie geladen wird, erhält die Leidner Flaſche eine Ladung von entgegengeſetzter Electricität; und ſobald dieſe ſtark genug iſt, das Electrometer in Bewegung zu ſetzen, ſo entladet ſie ſich. So oft dieſes geſchieht, iſt immer die Leidner Flaſche gleich ſtark geladen, mithin von der äuſsern Belegung der Batterie immer gleich viel electriſche Materie in ſie übergegangen, und daher auch, der Franklinſchen Theorie gemäfs, der Batterie ſelbſt immer gleich viel Electricität zugeführt worden; daher die Zahl der Schläge jener Flaſche anzeigt, wie viel ſolche Maafse von Electricität die

*) Nicholſons *Journ. of Nat. Phil.*, Vol I, pag. 156—158, viel eher als der vorhergehende Cuthbertſonſche Aufſatz geſchrieben und abgedruckt.

Batterie enthält, folglich auch die Kraft, welche die Batterie beim Entladen äufsert.

Die folgenden Verſuche ſind mit einer ſehr wirkſamen Nairnſchen Electriſirmaſchine, mit einem Cylinder von beinahe 18 Zoll im Durchmeſſer, angeſtellt. Die kleine Batterie hatte ungefähr 6 Quadratfufs, die Flaſche 90 Quadratzoll Belegung; der Schlag der Batterie wurde durch einen Eiſendraht, 2 Zoll lang und 0,045 Zoll im Durchmeſſer, geleitet; und das Electrometer bei jedem Verſuche anders eingerichtet, indem das Gewicht in der Wage und der Abſtand der entladenden Kugel jedes Mahl verändert wurden.

Erſter Verſuch. Das Electrometer erhielt das kleinſte Gewicht, und die Entladungskugeln wurden einen Zoll weit aus einander geſetzt. Als die Batterie nach einmahliger, dann auch nach zweimahliger Entladung der Flaſche, abgebrannt wurde, blieb der Draht ganz unverändert. Nach einer Ladung von 3 Schlägen, mithin von 3 Maafs Electricität, ſchlug die Batterie leuchtende Theilchen vom Drahte ab; eben ſo bei 4 Maafsen. Eine Ladung von 5 Maafsen zerriſs den Draht und machte ihn roth glühen, und eine von 6 Maafsen ſchmolz ihn in rothglühende Kügelchen zuſammen. Bei 9 bis 10 Maafsen entlud ſich die Batterie von ſelbſt.

Zweiter Verſuch. Alles blieb wie vorhin, nur wurde die Entfernung der entladenden Kugeln bis auf 2 Zoll vergröſsert. Jetzt wirkte 1 Maafs nichts; 2 und 3 Maafs ſchlugen leuchtende Theilchen, letztere

mit einem Dampfe, ab; 4 Maafs glüheten und zerriffen den Draht; und 5 Maafs fchmelzten ihn in glühende Kugeln zufammen; 7 bis 8 Maafs gaben eine freiwillige Entladung.

Dritter Verfuch. Als das Electrometer mit dem gröfsten Gewichte befchwert, und die entladenden Kugeln einander bis auf einen Zoll genähert wurden, blieben die Erfcheinungen gerade diefelben, und die Selbftentladung erfolgte bei 8 bis 9 Maafsen; und als man die Entladungskugeln wieder bis auf 2 Zoll von einander entfernte, kamen alle diefe Erfcheinungen bei einer Zahl von Maafsen, die um eins kleiner als im zweiten Verfuche war, zum Vorfchein; die freiwillige Entladung bei 6 bis 7 Maafsen.

Vierter Verfuch. Das Electrometer blieb mit dem fchwerften Gewichte verfehn, die Entladungskugeln ftanden 2 Zoll von einander, und nun wurde eine zweite Batterie von 12 Quadratfufs Belegung zur erften hinzugefügt, dafür aber 2 Zoll eines 0,08 Zoll dicken Drahts eingefpannt. 1 Maafs wirkte nichts; 4 und 6 Maafs fchlugen leuchtende Theilchen, letztere unter Dampf, ab; 8 Maafs brachten den Draht zum Roth glühen und zerriffen ihn; 10 Maafs zerftückten ihn in rothglühende Kügelchen; und 15 bis 16 Maafs bewirkten eine freiwillige Entladung.

III.

WILL. NICHOLSON'S *Nachricht von einigen Verſuchen* CUTHBERTSONS, *angeſtellt, um ein Maaſs für die Kraft electriſcher Maſchinen zu finden.* *)

Mehrere Fundamental-Verſuche für die Lehre von der Electricität ſind noch erſt anzuſtellen. Einer der wichtigſten unter ihnen iſt die Beſtimmung des Grades von Electricität, den eine Maſchine im Verhältniſſe zu der reibenden Fläche erregt, da weder die Länge noch Geſtalt der Funken aus dem Conductor oder aus einer Flaſche von gegebener Gröſse, noch die Weite, bis auf welche die electriſche Anziehung des Conductors wirkt, die Stärke der Maſchine zu beſtimmen ausreicht. Auf die erſtere haben die Gröſse des Conductors, die Art ſeiner Endigung, und beſonders die von Herrn van Marum

*) Im Auszuge aus Nicholſons *Journ. of Nat. Philoſ.*, II, 215 — 219. Dieſer Aufſatz wurde gleichfalls eher als Cuthbertſons Abhandlung unter No. I geſchrieben, und ſcheint zwar Cuthbertſons Verſuchen eine andere Abſicht beizulegen, als der Künſtler, nach Aufſatz I zu urtheilen, dabei hatte, dient aber doch, manches in jenem Aufſatze zu erläutern. *d. H.*

bemerkte Wellenbewegung; und auf die letztere nicht blofs die minder wefentlichen Theile der Mafchine, fondern auch die Gröfse und Geftalt des Zimmers, worin die Mafchine fteht, Einfluſs. Die Electriker fuchten fich daher an die zweite Methode zu halten; allein auch gegen fie erregt Cuthbertfon gegründete Zweifel, geftützt auf Verfuche, die er mir auf meine Bitte wiederholt hat.

Cavendifh fchlofs aus einer Reihe von Verfuchen über die Ladung electrifcher Flafchen, dafs fich die Menge von Electricität, welche belegtes Glas von verfchiedener Geftalt und Gröfse, durch denfelben Grad von Electrifirung, annehmen, fich direct wie die Gröfse der Belegung, und verkehrt, wie die Dicke des Glafes verhalten, und dafs bei verfchiedener Intenfität die Menge von Electricität, unter gleichen Umftänden, mit der Länge der Funken nahe in gleichem Verhältniffe fteht. *) Cuthbertfon weicht, feiner grofsen Erfahrung gemäfs, von diefen allgemeinen Schlufsfätzen ab. Bei grofsen Intenfitäten ift der Funken viel länger, als er es nach Verhältnifs der Ladung feyn follte, **) und eine Ladung von geringer Intenfität läfst fich, wie man aus einigen der folgenden Verfuche fchliefsen mufs, weder durch ihren fehr kurzen Funken, noch durch die Zahl der Umdrehungen der Mafchine meffen. Die

*) *Philofophical Transactions*, Vol. 66, pag. 196.

**) *Eben daſelbſt*, Vol. 76.

Electriker bedienen ſich gewöhnlich des beſten Glaſes ihrer Gegend, und daher in der Regel alle nur Einer Art von Glas. Allein Cuthbertſon hat bemerkt, daſs die verſchiedenen Arten des weiſsen, und noch viel mehr des grünen Glaſes, bei gleicher Oberfläche und Dicke, ganz verſchiedener Mengen von Electricität bedürfen, um gleich ſtark geladen zu werden. Er zeigte mir zwei gleich dicke Flaſchen, die beide, nach der Zahl der Umdrehungen zu urtheilen, ein gleiches Ladungsvermögen hatten; die Belegung der einen war um $\frac{1}{3}$ kleiner als die der andern. Hieraus folgt die Nothwendigkeit, das Kennzeichen zur Schätzung der Stärke der Electricität, von der Gröſse der Belegung einer Flaſche unabhängig zu machen. Cuthbertſon empfiehlt hierzu das Schmelzen von Stahldraht; da aus ſeinen Verſuchen folgt, daſs gleiche Mengen von Electricität, in Geſtalt einer Entladung, immer gleiche Längen von derſelben Art Draht ſchmelzen, die Capacität der Flaſche ſey gröſser oder kleiner, überſchreitet ſie nur nicht gewiſſe Grenzen. Dieſes zu erweiſen, war der Hauptzweck ſeiner Verſuche.

Es wurden zwei Maſchinen in Bewegung geſetzt, eine einfache und eine doppelte 2füſsige Scheibenmaſchine, jene mit zwei, dieſe mit vier Paar Reibeküſſen, jedes 5 Zoll lang, die in einem Durchmeſſer der Scheibe, an deſſen Enden, einander gegen über ſtanden, ſo daſs die ganze geriebene Fläche an der einfachen Maſchine 1193,8 Quadratzoll oder 8,29 Quadratfuſs, an der 2ſcheibigen Maſchine das Doppelte

betrug. Eine mit Lane's Entladungs-Electrometer verſehene Flaſche diente, die Geſchwindigkeit, womit die Electricität erregt wurde, zu zeigen. An den Conductor der erſten Maſchine geſetzt, ſchlug ſie bei $7\frac{3}{4}$ Umdrehung 5mahl los; an den Leiter der doppelten gebracht, gab ſie bei gleich vielen Umdrehungen etwas mehr als die doppelte Ladung. Zu allen folgenden Verſuchen wurde die einfache Scheibenmaſchine genommen.

Eine Flaſche, deren äuſsere Belegung $6^{\frac{1}{2}}$ Zoll im Durchmeſſer und $7\frac{1}{2}$ Zoll Höhe hatte, die 0,16 Zoll dick war, und die über die Belegung $4\frac{1}{4}$ Zoll ſenkrecht hervorragte, deren Belegung mithin 188 Quadratzoll betrug, wurde an den erſten Conductor der Maſchine geſetzt. Sie war oben offen, und verengerte ſich hier ein wenig. Nach 4 Umdrehungen verbreiteten ſich einige Blitze in verſchiedenen Zweigen über den unbelegten Theil, und bei der ſechsten Umdrehung erfolgte eine Selbſtentladung längs des durchſichtigen Glaſes. Darauf hielt Cuthbertſon eine Glasröhre in die Flaſche, bis nahe an den Boden derſelben, und blies zweimahl hinein, um, wie er ſagte, die Flaſche dadurch fähig zu machen, die Ladung länger zurück zu halten; eine der gewöhnlichen Meinung von der Schädlichkeit der Feuchtigkeit ganz widerſprechende Methode, die ihm indeſs den Verſuchen Brooke's zu entſprechen ſcheint, nach denen eine Flaſche, deren unbelegter Theil durch Begrei-

fen beſchmutzt war, eine ſechsmahl ſtärkere Ladung, als völlig gereinigt, ohne ſich ſelbſt zu entladen, faſſen konnte.*) Ich hatte bisher dieſen Verſuch als einen Beweis angeſehn, daſs Glas, welches durch das Begreifen fettig geworden iſt, die Feuchtigkeit der Luft nicht ſo ſtark, als wenn es rein iſt, anzieht, und hatte mich dem gemäſs ſchon öfters des Talgs ſtatt eines Firniſſes bedient, um das Iſoliren durch Glasfüſse dadurch zu erhöhen. Cuthbertſons Methode hatte indeſs gerade dieſelbe Wirkung; denn die Flaſche zeigte nun während der ganzen drei Stunden, welche die Verſuche dauerten, weder Blitze noch eine Neigung zum Selbſtentladen, ob ſie gleich mitunter Ladungen von 10 bis 12 Umdrehungen erhielt. Die Flaſche wurde ſo entladen, daſs der Schlag durch eine mäſsige Entfernung auf einen iſolirten Knopf überſpringen, und dann durch 5 Zoll Spiralfederdraht, der zwiſchen zwei kleine Zänglein eingeſpannt war, hindurch gehn muſste; und dann vergröſserten wir allmählig die Entfernung des Knopfs von der Flaſche, bis endlich der Schlag ſo ſtark wurde, daſs der ganze Draht glühete und nahe am poſitiven Ende zerriſs, wo ein oder zwei leuchtende Kügelchen davon abflogen. Zu ſolch einer Wirkung wurden 10 Umdrehungen erfordert, und der Fun-

*) *Miſcellaneous Experiments and Remarks on Electricity* etc., by A. Brook. Norwich 1789, ins Deutſche überſetzt.

ken ſprang $1\frac{1}{4}$ Zoll weit von der Flaſche zum Knopfe über.

Zur vorigen ſetzten wir nun noch eine zweite Flaſche an den Conductor, und verbanden ihre äuſsere Belegung durch eine Leitung. Dieſe Flaſche hatte eine Dicke von 0,17 Zoll, und eine Weite von 6,2 Zoll; war $8\frac{1}{2}$ Zoll hoch belegt und $3\frac{1}{2}$ Zoll hoch nicht belegt; ihre äuſsere Belegung betrug mithin 190 Quadratzoll oder $1\frac{1}{3}$ Quadratfuſs. Der vorige Verſuch wurde mit Schlägen aus dieſen beiden Flaſchen zugleich wiederholt. Als der Draht unter denſelben Umſtänden, wie vorhin, riſs, waren ſie mit $9\frac{3}{4}$ Umdrehungen geladen, und der Entladungsfunken ſprang $\frac{3}{4}$ Zoll weit über; eine ſchöne Beſtätigung des Reſultats, welches Cuthbertſon aus ſeinen frühern Verſuchen gezogen hatte, daſs ſtets eine gleiche Menge Electricität erfordert wird, um gleich viel Draht derſelben Art zu ſchmelzen, die geladene Glasfläche möge auch noch ſo verſchieden ſeyn.

Als von demſelben Drahte $2\frac{1}{3}$ und nachmahls $2\frac{1}{2}$ Zoll zwiſchen die Zänglein eingeſpannt und die erſte Flaſche allein beibehalten wurde, reichten 5 Umdrehungen der Scheibe hin, den erſtern Draht noch viel ſtärker, den letztern aber gerade ſo, als die 5 Zoll im vorigen Verſuche, zu durchglühen, zu zerreiſsen und Kügelchen davon abzuſchlagen. Dieſes ſcheint dahin zu deuten, daſs ſich die Menge

von Electricität allerdings wie die Längen des unter gleichen Umständen geschmolzenen Drahts verhält.

Bei einer Batterie aus 15 Flaschen, von 17 Quadratfuss Belegung, wurden 19 Umdrehungen der Maschine erfordert, um 5 Zoll desselben Drahts schwach röthlich glühend zu machen; bei 20 Umdrehungen zerriss er unter den vorigen Umständen. Ein halb so langer Draht wurde bei 12 Umdrehungen durchglüht, und bei 15 Umdrehungen etwas stärker wie der vorige geschmolzen. Hier hätte also die Batterie gerade noch einmahl so viel Electricität bedurft, um dieselbe Wirkung, als zuvor eine geringere Belegung, hervorzubringen. Dies konnte theils an der vergrösserten Länge, durch die der Schlag jetzt hindurchgehn mufste, und die an beiden Seiten 6 Fufs betrug; theils an einer Verminderung in der Kraft der Maschine liegen. Wir verkürzten daher die Verbindung, so dafs sie mit der bei den Flaschen gleiche Länge behielt, und untersuchten die Kraft der Maschine, die, da sie bei $7\frac{3}{4}$ Umdrehungen die Flasche mit dem Laneschen Entladungs-Electrometer 5mahl zum Entladen brachte, nichts an Kraft verloren haben konnte.

Bei dieser neuen Anordnung der Batterie wirkten 12 Umdrehungen gar nicht auf den Draht; 21 Umdrehungen zerstiebten den ganzen in Kügelchen bei einem heftigen Glühen; wahrscheinlich

würden 20 Umdrehungen ihn, wie zuvor, zerriſſen haben. Auf einen halb ſo langen Draht wirkten 12 Umdrehungen gleichfalls nicht, aber bei 13 Umdrehungen glühte er und zerriſs, indem ein oder zwei Kügelchen abgeſchlagen wurden. Einen Zoll Draht zerſchmelzten 10 Umdrehungen groſsen Theils zu Kügelchen. — Dieſe Verſuche ſcheinen zu dem Schluſſe zu berechtigen, daſs, um gleiche Wirkung auf Draht hervorzubringen, bei einer groſsen Belegung, und mithin einer geringen Intenſion, mehr electriſche Materie, als bei ſtärkern Intenſionen, erfordert wird. Vielleicht, daſs die Geſchwindigkeit der electriſchen Materie zu geringe iſt, als daſs der ganze Schlag bei groſsen Belegungen ſich zu gleicher Zeit im leitenden Drahte befinden kann; oder der Andrang deſſelben iſt ſchwächer; oder endlich mag das Leitungsvermögen der ſehr verdünnten Luft, durch welche der Schlag zuletzt hindurch geht, beträchtlich abgenommen haben. *)

Während der drei Stunden, welche dieſe Verſuche gedauert hatten, war die Maſchine faſt immer in Bewegung geweſen. Sie brauchte nun zu 5 Entladun-

*) Sollte es nicht viel einfacher ſeyn, dieſen Unterſchied aus dem verhältniſsmäſsig viel gröſsern Rückſtande an electriſcher Materie zu erklären, die nach einer Entladung in groſsen Belegungen bei geringern Intenſionen, als in kleiner Belegung bei ſtarker Intenſion, bleibt? *d. H.*

ladungen der Probeflaſche wenig mehr wie 8 Umdrehungen, ſo daſs die Geſchwindigkeit, mit der ſie Electricität erregte, höchſtens um $\frac{1}{10}$tel mochte abgenommen haben.

Werfen wir noch einen Rückblick auf dieſe Verſuche, ſo ſieht man, daſs ſie freilich noch mancher Wiederholung und Abänderung bedürfen, *) um zu erhärten, daſs eine gleiche Menge von Electricität, bei verſchiedener Gröſse und Geſtalt der Belegung, wofern ſie nur eine beträchtliche Intenſion hat, immer gleich viel Draht von derſelben Art ſchmelzt, will man anders ſich nicht auf Cuthbertſons Reſultate verlaſſen.

Was den ſonderbaren Umſtand betrifft, daſs eine gereinigte und getrocknete Flaſche ſich von ſelbſt entladet, daſs ſie hingegen, durch Hineinhauchen gefeuchtet, ihre Ladung weit länger zurück hält; ſo ſcheint es, als laſſe ſich dieſes aus der Theorie nicht ohne Schwierigkeit ableiten. Ich bin geneigt, dieſe Wirkung von einer wellenartigen Bewegung abzuleiten. Die gereinigte unbelegte Glasfläche wird vielleicht, wie

*) Dergleichen, und zwar genauere und zuverläſſigere, hat nachmahls Cuthbertſon ſelbſt in dem Aufſatze mitgetheilt, welcher in dieſem Hefte der Annalen vor Nicholſon's Nachricht ſteht. *d. H.*

Prieſtley und Andere gezeigt haben, mit abwechſelnden Zonen entgegengeſetzter Electricität geladen. Haben dieſe die gehörige Intenſion erreicht, ſo mögen ſie ſich gegenſeitig entladen, und dadurch in der ganzen Ladung ein Wellen bewirken, welches das Ueberſpringen derſelben von der einen zur andern Belegung ſehr befördert. Iſt dagegen die Glasfläche mit einzelnen Theilen von Feuchtigkeit bedeckt, ſo findet von Theilchen zu Theilchen nur ein geringeres Ueberſpringen ſtatt, wodurch die Ruhe der Ladung nicht geſtört wird; und daher erfolgt nicht eher eine Selbſtentladung, als bis die Intenſität ſo groſs wird, daſs die Ladung durch eine Reihe von Theilchen getrieben wird, die von einer Belegung zur andern reicht.

IV.

UNTERSUCHUNGEN

über

die Verengerung, welche ſich im Waſſerſtrahl bildet, wenn Waſſer aus Gefäſſen durch eine Oeffnung in einer dünnen Platte ausſtrömt,

von

J. B. VENTURI,
Prof. der Phyſik zu Modena. *)

INHALT.

1. Die Verengerung eines Waſſerſtrahls, der durch eine dünne Platte aus einem Gefäſse ausfliesst, iſt nicht der Neutonſche Cataract. — Die Geſchwindigkeit in der verengerten Stelle iſt faſt dieſelbe, welche zur Höhe des Waſſerſtandes, als Fallhöhe, gehört.

2. Sonderbare Geſtalt eines Strahls, der durch eine Ritze ausfliesst *Verſuch* 3. Bei geradlinigen Oeffnungen entſprechen die Seiten des verengerten Strahls den Winkeln der Oeffnung, und umgekehrt. Urſache dieſer Erſcheinung.

3. Bei höherm Waſſerſtande fällt die Stelle der gröſsten Verengerung des Strahls tiefer unter die Oeffnung hinab, als bei kleinern Waſſerhöhen *Verſuch* 32. Andere Verſchiedenheit in Geſtalt und Geſchwindigkeit des ſich verengernden Strahls. *Verſuch* 33 und 34 — Ausfluſs aus einer Röhre, deren inneres Ende in das Gefäſs ſelbſt hineingeht. *Verſuch* 35.

*) Eine Zugabe zu ſeinen *Recherches expérimentales*, pag. 71 — 80.

1.

Man hat schon vieles über die convergirenden Richtungen geschrieben, in welchen die Wassertheilchen aus einem Gefäfse durch eine Oeffnung strömen, die in einer dünnen Platte ohne vorgesetzte Röhren angebracht ist, und über die Gestalt, welche dann der sich verengernde Wasserstrahl annimmt. Die Betrachtungen und Versuche, die ich mittheilen will, werden einige weitere Aufklärung hierüber an die Hand geben.

Ich fange damit an, die Fundamentallehre der Hydraulik wider die Meinung eines Gelehrten zu vertheidigen, der sich durch seine Bemühungen und seinen Eifer für die Fortschritte der Wissenschaft auszeichnet; nämlich gegen Lorgna, den Stifter der italiänischen gelehrten Gesellschaft. Er behauptet: *) der sich verengernde Theil des Wasserstrahls sey nichts anders, als eine Fortsetzung des Newtonschen Cataracts, und die Geschwindigkeit des Wassers beim Ausströmen aus einer Oeffnung in einer dünnen Platte sey viel geringer als die Geschwindigkeit, welche zur Wasserhöhe im Gefäfse, als Fallhöhe, gehört. Und zwar, wenn *MD*, Taf. I, Fig. 4, die Achse des Wasserstrahls ist, der durch die kreisrunde Oeffnung *B* im Boden eines Gefäfses ausströmt, und man setzt den Halbmesser dieser Oeffnung $BC = 1$, die Höhe des Wasserstandes im

*) *Mem. della Società Italiana*, Vol. IV.

Gefäfse $MB = a$, und macht $BD = BC = 1$; ſo iſt, nach Lorgna's Behauptung, $0{,}472 \cdot a = HB$ die Fallhöhe, welche zur Geſchwindigkeit gehört, mit der das Waſſer durch die Oeffnung BC ausſtrömt. Lorgna ſtützt dieſen Satz auf Rechnungen über die gegenſeitige Einwirkung der Waſſertheilchen. Allein da in dieſer Materie die Bemühungen der gröfsten Geometer bisher fehlgeſchlagen ſind, ſo muſs man in einen Beweis, der aus theoretiſchen Gründen der Mechanik abgeleitet iſt, billig einiges Miſstrauen ſetzen. So wahr und unbezweiflich die Lehrſätze der Mechanik auch an ſich ſind, ſo auſserordentlich ſchwierig wird ihre Anwendung auf eine unendliche Menge von Waſſertheilchen, die nach allen Seiten beweglich ſind, und den Druck nach allen Richtungen fortpflanzen; (und eben wegen der Nothbehelfe, wozu man deshalb ſchreiten muſs, wird dieſe Anwendung der Mechanik ſehr unſicher.)

Wir wollen ſehen, ob Lorgna's Theorie mit der Erfahrung zuſammenſtimmt. Gehört die Geſchwindigkeit, welche das Waſſer in der Oeffnung B hat, zur Fallhöhe $HB = 0{,}472 \cdot a$, ſo iſt die Geſchwindigkeit deſſelben in D nach dem Verhältniſſe von $\sqrt{HB} : \sqrt{HD}$ gröſser, und nach demſelben Verhältniſſe wird ſich der Querſchnitt des Waſſerſtrahls in D verengern. *) Folglich iſt DE

*) Siehe *Annalen der Phyſik*, B. II, S. 405 f. *d. H.*

$= \sqrt[4]{\left(\frac{0{,}472 \cdot a}{1 + 0{,}472 \cdot a}\right)}$, *) und dieſes iſt die Formel für Newtons hyperboliſches Conoid.

Wäre kein anderer Grund zur Verengerung des ausflieſsenden Waſſerſtrahls, als die zunehmende Geſchwindigkeit deſſelben, hierbei im Spiel; ſo müſste die Gröſse von DE, wie man ſie aus Verſuchen findet, mit der, wie ſie dieſe Formel beſtimmt, zuſammenſtimmen. Allein beide weichen ſehr weit von einander ab, wie man aus folgender Tabelle ſehen kann.

	Werth von DE in Theilen von BC ausgedruckt,	
	nach den Verſuchen.	nach der obigen Formel berechnet.
Poleni's, (*de caſtellis*, §. 35)	0,79	0,97
Michelotti's, (*Sperim. Idraul.* Tom. I, eſper. 46; Tom. II, eſper. IV) —	0,80	0,99
Boſſut's, (*Hydrod.* Art. 437, exper. V) — —	0,818	0,99
Nach meinen Verſuchen bei 35 Zoll hohem Waſſerſtande, und einer kreisförmigen horizontalen Oeffnung von 18 Linien Durchmeſſer —	0,798	0,984

*) Da nämlich die Querſchnitte des Strahls in B und D beiderſeits Kreiſe ſind, ſo verhalten ſie ſich wie die Quadrate der Halbmeſſer; und folglich iſt $BC^2 : DE^2 = \sqrt{0{,}47^2 \cdot a} : \sqrt{(0{,}47^2 \cdot a + BD,}$

Hieraus ist es offenbar, dafs sich der Wasserstrahl, wenn er senkrecht herunter fliefst, den Versuchen nach bei weitem mehr verengert, als es vermöge seiner zunehmenden Geschwindigkeit durch die Beschleunigung der Schwere geschehn müfste; und noch viel mehr ist das bei einem horizontal ausströmenden, oder einem senkrecht in die Höhe springenden Wasserstrahle der Fall, wo gar keine Beschleunigung durch die Schwere im Fortströmen statt findet, und wo sich doch der Strahl fast eben so verengert, als wenn er senkrecht hinabfliefst. Folglich ist die Verengerung des Wasserstrahls ganz etwas anderes als Newton's Hyperboloide.

Um zu beweisen, dafs der Strahl bei seinem Ausflusse aus der Oeffnung nicht die ganze Geschwindigkeit hat, die zur Wasserhöhe über dem Mittelpunkte der Oeffnung, als Fallhöhe, gehört, führt Lorgna die Versuche Kraft's an. *) Diese sind aber auf den gegenwärtigen Fall nicht anwendbar, da sie mit cylindrischen Röhren angestellt sind, und in solchen Röhren, wie wir gesehn haben, jederzeit ein Theil der Geschwindigkeit des ausströmenden Wassers aufgehoben wird, welches bei dem Ausflusse durch Oeffnungen dünner Platten nicht

oder da $BC = BD = 1$ ist, $1 : DE = \sqrt[3]{0,47^2} . a : \sqrt[3]{(1 + 0,47^2 . a,)}$ woraus der obige Werth von DE folgt. *d. H.*

*) *Act. Petrop.*, Vol. 8.

der Fall ist. *) Lorgna will ferner nicht, dass man die Geschwindigkeit, womit Strahlen, die senkrecht in die Höhe springen, aus den Gefäßen hervorströmen, mittelst der Höhe bestimme, bis zu der sie steigen, weil er fürchtet, es sey blos das nachfolgende Wasser des Strahls, welches das vorangehende treibt und es bis nahe an das Niveau des Wasserstandes im Gefäße erhebt. Allein wenn man den Strahl plötzlich unterbricht, so steigen die letzten Wassertheilchen bis auf die nämliche Höhe, als die vorhergehenden, ohne eine zusammenhängende Wassersäule hinter sich zu haben, die ihnen folgte und sie stützte. Mithin haben sie offenbar beim Ausströmen durch die Oeffnung die ganze Geschwindigkeit erlangt, mittelst der sie bis nahe zum Niveau der Oberfläche des Wassers im Gefäße steigen.

Schränken wir uns fürs erste auf den horizontalen Ausfluss aus Gefäßen ein, so scheint mir einer der Versuche, die ich im vorigen Aufsatze mitgetheilt habe, (B. II, St. 4, IV,) entscheidende Resultate für diese Vergleichung zu geben. Als der Wasserstand im Gefäße 32,5 Zoll, und die senkrechte Höhe PM, (B. II, Taf. IX, Fig. 1,) 54 Zoll betrug, war die horizontale Entfernung MN jederzeit 81,5 Zoll; mithin

*) Selbst Torricelli hatte dieses Seite 168 seiner Werke bemerkt: „*Quotiescunque autem aqua per tubum latentem decurrens per angustias transire debuerit, falsa omnia reperies.*“ V.

nur um zwei Zoll kleiner, als sie seyn würde, wenn der horizontale Strahl mit der ganzen Geschwindigkeit, die zur Fallhöhe von 32,5 Fuss gehört, aus der Oeffnung ausgeströmt wäre, und sie ungeschwächt bis *N* beibehalten hätte. Der Durchmesser des Strahls, da, wo er am meisten verengert war, betrug sehr nahe 14,3 Linien, und die Geschwindigkeit desselben an dieser Stelle musste für *MN* = 81,5 Zoll, 149,5 Zoll in der Secunde seyn. Diese mit der Gröfse des Querschnitts an der Stelle der gröfsten Verengerung multiplicirt, giebt einen Ausfluss, bei dem vier Kubikschuh Wasser in 41″ Zeit ausströmen müssen; und damit stimmte der Versuch völlig überein. So haben wir drei durch Versuche bestimmte Maasse, die mit einander übereinstimmen und sich gegenseitig bestätigen; nämlich die Entfernung *MN*, die Verengerung des Strahls, und die Zeit des Ausflusses. Da überdies die Erfahrungen Bossut's, Michelotti's und Poleni's beinahe die nämlichen Resultate geben, so scheint es keinem Zweifel weiter unterworfen zu seyn: 1. dass der Querschnitt des Strahls, da, wo er am meisten verengert ist, ungefähr 0,64 von der Gröfse der Oeffnung beträgt; und 2. dass die Geschwindigkeit an dieser verengerten Stelle beinahe so grofs ist, als die Geschwindigkeit, welche zur Höhe des Wasserstandes über dem Mittelpunkte der Oeffnung, als Fallhöhe, gehört.

2.

Dieſs beiden Erfahrungsſätze gelten, wenn erſtens die Oeffnung in einer dünnen Platte angebracht iſt, und wenn zweitens das Waſſer von allen Seiten her gleichförmig der Oeffnung zuſtrömt. Wird dieſer innere gleichförmige Zufluſs geſtört, ſo muſs auch der Erfolg ſich ändern. Folgende Verſuche wurden in der Abſicht angeſtellt, um eine der auffallendſten Wirkungen ſolcher Veränderungen in der Richtung der zuſtrömenden und ſich gegenſeitig preſſenden Waſſeradern darzuſtellen.

Verſuch 31. Vor die Mündung des Waſſerbehälters wurde eine Platte mit einer Oeffnung *ACBD*, (Taf. I, Fig. 2,) welche die Geſtalt einer Ritze hatte, und zwar ſo geſetzt, daſs *A* und *B* horizontal lagen. Ihre äuſsern Enden *C* und *D* waren abgerundet; ihre Weite betrug nicht ganz 2 Linien, ihre Länge 18 Linien, und der Waſſerſtand im Gefäſse über dem Mittelpunkte der Spalte 32,5 Zoll. Anfänglich hatte der ausflieſsende Waſſerſtrahl ſchon gleich bei der Oeffnung die Geſtalt *EF*; darauf näherten ſich die beiden Enden *E* und *F* immer mehr, und zugleich ſchwoll der Strahl in der Mitte auf, ſo daſs ſein Querſchnitt in einer Entfernung von 4,5 Zoll von der Oeffnung die Geſtalt eines Vierecks, wie *GH*, annahm. Endlich erweiterte ſich der Strahl in ſenkrechter Linie, fächerartig, wie *KL*.

Dieſelben Erſcheinungen zeigten ſich genau in der nämlichen Folge, als ich der Spalte eine ſenkrechte Lage gab, ſo daſs *A* und *B* vertikal gerichtet waren. Nur war jetzt *EF* vertikal und der breite Fächer *KL* horizontal.

Die Waſſeradern, die längs der beiden langen Ränder der Ritze *A* und *B* ausſtrömen, ſind einander ſehr nahe; und da ſie convergiren, ſo ſtreben ſie, ſich in einer ſehr kleinen Entfernung von der Oeffnung zu vereinigen. Die Waſſeradern, die längs *C* und *D* ausfliefsen, ſind entfernter, vielleicht auch weniger convergent, und können ſich nur in einer gröſsern Entfernung von der Oeffnung vereinigen. Mithin wird hier im Waſſerſtrahle auf zwei Verengerungen hingewirkt; beide Wirkungen halten ſich aber zum Theil das Gleichgewicht, und machen, daſs die gröſste Verengerung *GH* erſt in einer 5mahl gröſsern Entfernung von der Oeffnung, als bei einer kreisrunden Oeffnung, deren Durchmeſſer der Länge der Spalte gleich iſt, entſteht.

Dieſer Verſuch giebt über ein Phänomen Aufſchluſs, das Poleni und Andere in einigen beſondern Fällen bemerkt, doch nicht erklärt haben. So oft die Oeffnung in der dünnen Platte, durch welche das Waſſer ausſtrömt, eine geradlinige Figur iſt, entſprechen die Ecken des ſich verengernden Waſſerſtrahls den Seiten dieſer Figur, und umgekehrt. Iſt z. B. die Oeffnung ein Viereck von

der Form und Lage, wie *MNOP*, (Fig. 3/4,) so liegt die gröfste Verengerung des Strahls weiter vom Gefäfse ab, als in einer kreisförmigen Oeffnung, und nimmt die Geftalt und Lage *QRST* an. Der Grund davon ift, weil die einander gegen über ftehenden Winkel *M* und *P* weiter von einander entfernt find, als die gegen über ftehenden Ränder *I* und *V*, weshalb fich hier das Nämliche, wie in der Spalte *ACBD*, ereignet. Gerade fo entfteht bei einer dreifeitigen Oeffnung in der Lage *X* ein verengerter Strahl von der Form und Lage *Z*; u. f. f.

3.

Verfuch 32. Als das Waffer aus der horizontalen Spalte *CD*, (Fig. 2,) ausftrömte, änderte fich, bei veränderter Waffethöhe im Gefäfse, die Entfernung der am ftärkften verengerten Stelle von der Oeffnung folgendermafsen:

Waffethöhe im Gefäfse über der Oeffnung *CD*.	Entfernung der gröfsten Verengerung *GH* von der Oeffnung.
32,5 Zoll	53 Linien
18 —	48 —
10 —	40 —
6 —	36 —

Da die Spalte *CD* die Entfernung der verengerten Stelle des Strahls von der Oeffnung des Gefäfses nach einem gröfsern Maafsftabe als bei einer kreisförmigen Oeffnung darftellt, fo fieht man hieraus

ſehr deutlich, daſs bei höherm Waſſerſtande dieſe Verengerung ſich weiter vom Gefäſse entfernt.

Verſuch 33. Der metallene Kegel *DGE*, (Fig. 5,) der mit einem cylindriſchen Theile *CFGD* verſehen iſt, wurde im Innern des Waſſerbehälters, (Taf. IX, Fig. 1,) ſo vor der kreisförmigen Oeffnung *AB* angebracht, daſs die Achſe deſſelben auf der Ebene der Oeffnung in ihrem Mittelpunkte ſenkrecht ſtand, und daſs er ſich, in dieſer Lage angebracht, mehr oder weniger aus der Oeffnung *AB* heraus, nach *V* zu ſchieben lieſs. Dabei war $AB = 18$, $IE = 24$, $DG = 27$, $CD = 8$ Linien; und das Waſſer ſtand im Behälter 32,5 Zoll hoch über dem Mittelpunkte der Oeffnung. Folgende Tabelle zeigt, wie der Ausfluſs ſich mit der Lage des Kegels änderte.

Die Spitze des Kegels ſtand aus der Oeffnung heraus um	Entfernung der gröſsten Verengerung von der Oeffnung.	Diſtanz von *M N*, (Taf. IX, Fig. 1.)	Zeit, in welcher vier Kubikſchuh Waſſer ausfloſſen.
$EX = 11,1$ Linie	9,1 Linie	76 Zoll	85″
6,6 —	12,3 —	77,5 —	53″
0 —	14 —	78,5 —	43″
als der Kegel gänzlich weggenommen wurde —	14,3 —	81,5 —	41″

Verſuch 34. Ich änderte darauf dieſen Verſuch dahin ab, daſs ich das Waſſer durch eine Oeffnung, welche die Geſtalt eines horizontal liegenden Halb-

kreiſes ACB, (Fig. 6,) von 11,2 Linien Durchmeſſer hatte, ausſtrömen liefs, und im Innern des Gefäſses, ſenkrecht auf die Ebene der Oeffnung, die horizontale Platte PQ vorſetzte. Der Waſſerſtrahl wich nun von der horizontalen Lage CE in der Geſtalt CFG, nach der Seite der Ebene QP zu ab, ſo daſs der Winkel FCE 9°,5, und der Winkel FCG 36° betrug. Der ſenkrechte Querſchnitt des Strahls hatte die Form KL, und vier Kubikſchuh Waſſer floſſen in 206″ heraus.

Man ſieht, daſs die Reſultate dieſes Verſuchs denen der beiden vorigen Verſuche analog ſind.

Verſuch 35. Der Bürger Borda erzählt in einem intereſſanten Aufſatze *) eine beſondere Erſcheinung, die er aus dem Princip der Gleichheit des Drucks, den flüſſige Körper nach allen Richtungen ausüben, auf eine ſehr einfache Art erklärt. Wenn nämlich Waſſer aus einem Gefäſse in eine cylindriſche Röhre ausſtrömt, und man ſtöſst das innere Ende dieſer Röhre etwas in das Gefäſs hinein, ſo verengert ſich der Strahl in ihr ſtärker und der Ausfluſs iſt geringer, als wenn die Röhre ganz zum Gefäſse hinaus ſteht. Ich habe dieſen Verſuch wiederholt, und bei einer durchgängig cylindriſchen Röhre, dergleichen ſich Borda bediente, daſſel-

*) *Mémoires de l'Acad. des Sciences de Paris*, An 1766.

be bemerkt. Als ich aber dem Mundſtücke der Röhre die koniſche Form des ſich verengernden Strahls, wie in B. II, Taf. IX, Fig. 4, gab; ſo fand ſich zwiſchen dem Ausfluſſe in beiden Lagen der Röhre weiter keine recht bemerkbare Verſchiedenheit. Als nämlich das koniſche Mundſtück AC in das Innere des Gefäſses hineingeſchoben war, floſs in 81″ die nämliche Waſſermenge aus, welche, wenn die Röhre ganz zum Gefäſse heraus ragt, in 80″ ausſtrömt; und hätte der Theil AC vollkommen die Geſtalt des ſich verengernden Strahls gehabt, ſo würde wahrſcheinlich auch dieſer kleine Unterſchied verſchwunden ſeyn.

V.

IDEEN

zu einer Theorie des Magneten

von

L. A. von Arnim.

3. Beobachtungen über die chemiſche Beſchaffenheit der Magneten.

INHALT.

Das Eiſen iſt nicht allein des Magnetismus fähig. Magnetismus des Diamanten, der Kohlen u. ſ. w. Zum dauernden Magnetismus des Eiſens wird Sauerſtoff erfordert, doch nicht die Verbindung mit Sauerſtoff allein, ſondern auch mit Kohlenſtoff; alle beide in beſtimmten Verhältniſſen, weil ſie ſonſt die Bedingung des Magnetismus, Cohärenz, aufheben. Die auszeichnende Eigenſchaft des Eiſens zum Magnetismus beſteht darin, bei der höchſten Cohärenz, mit dem Kohlenſtoffe in verſchiedenen Graden der Oxydation eine Verbindung in Metallform einzugehen Ueber das Auszeichnende der Metallform. Im rohen Eiſen iſt der Kohlenſtoff ſtärker oxydirt als im Stahle; das rohe Eiſen unterſcheidet ſich ferner durch Ungleichheit der Miſchung mit Kohlenſtoff. Chemiſcher Unterſchied zwiſchen den beiden Polen des Magneten. Entgegengeſetzter Unterſchied der Erdpole, durch die ungleiche Erwärmung der nördlichen und ſüdlichen Halbkugel hervorgebracht. Magnetismus des Kobalts. Kohlengehalt des Kobalts. Der Magnetismus des Diamanten, des Eiſens und Kobalts laſſen ſich dadurch auf eine gleiche Urſache zurückführen.

Unter den Verſuchen Brugmann's über den Magnetismus verſchiedener Stoffe erregte keiner ſo

ſo ſehr meine Aufmerkſamkeit, als die mit Diamanten *) angeſtellten. Nach dieſen wurde der farbenloſe Diamant nicht bloſs vom Magneten gezogen, ſondern zeigte auch eigne Polarität. Doch ſchien durch Lavoiſiers **) und Anderer Verſuche hinlänglich bewieſen, daſs er reiner Kohlenſtoff ohne Metallgehalt, und daſs ſelbſt die wenige Erde, die zuweilen beim Verbrennen zurück bleibt, nur zufällig ihm beigemiſcht ſey. Man könnte vielleicht den Verſuch Cavallo's, ***) der einem Türkis, der vorher gar nicht auf die Magnetnadel wirkte, durch Reiben an einer Stahlnadel, dieſe Eigenſchaft ertheilte, damit zuſammenſtellen; aber der Diamant wird eines Theils nicht vom Stahle angegriffen, andern Theils mit eignem Staube oder Diamantſpath geſchliffen. — Dieſer Verſuch leitete mich auf ähnliche. Ich ſchnitt aus Holzkohlen, nach der Länge der Holzfaſern, längliche Nadeln, gab ihnen ſo wenig Berührungsfläche, wie nur möglich, mit dem Queckſilber, auf welches ich ſie legte, und alle wurden mehr oder weniger vom Magneten gezogen, zeigten ſogar bei kleinen****) Magnet-

*) Brugmann's *Phil. Verſuche über die magnetiſche Materie*, Leipzig 1784, S. 293. *A.*

**) Lavoiſier's *Phyſiſch-chemiſche Schriften*, überſ. von Weigel, II. B., S. 160 bis 243. *A.*

***) Cavallo's *Abhandlung vom Magnet*, Leipzig 1788, S. 196. *A.*

****) Ich folgte der Bemerkung Hauy's, der mit vielem Rechte erinnert, daſs wir öfter Polarität

nadeln Polarität. Eine Steinkohle aus dieſer Gegend zeigte auch einigen, aber viel ſchwächern Magnetismus. Ich verbrannte beide in gleicher Menge, fand in jener nur eine Spur Eiſen, in dieſer viel mehr. Ich verſuchte, ob durch Ablöſchen der einen angebrannten Seite des Magneten im Waſſer der Magnetismus der kleinen Nadeln nicht verändert würde: ich konnte es aber nicht bemerken, ungeachtet es doch wohl möglich war, daſs es ſtatt fand; da in dieſen Verſuchen die geringſte Feuchtigkeit auf der Oberfläche des Queckſilbers und die geringſte entgegenſtrebende Bewegung darin, die Wirkung des Magneten aufhebt. Dies hielt mich auch davon ab, Kohlen, die verſchiedene Gasarten verſchluckt hatten, in dieſer Rückſicht zu unterſuchen. — Die Cavallo'ſchen *) Verſuche mit dem Meſſing ſchienen mir nicht ſo beſtimmt wie der Brugmannſche zu beweiſen, *daſs das Eiſen nicht allein des Magnetismus fähig ſey*, da dieſer Naturforſcher nicht ein einziges Mahl die Meſſingmagneten einer chemiſchen Prüfung auf Eiſen unterwarf. — Giebt es nun Magneten ohne Eiſen; giebt es ferner Eiſen, das ſehr verſchiedene Fähigkeit zum Magnetismus zeigt: ſo frägt es ſich: welches die des ſtärkſten Magnetismus fähige Miſchung des Eiſens iſt. Daſs hierin

an Körpern bemerken würden, wenn nicht unſre groſse Magnetnadeln gewöhnlich die Pole verwandelten. (S. Hauy's Aufſatz in dieſem Hefte d. A.)

A.

*) *Abhandlung vom Magnet*, S. 172 bis 179. A.

ein Unterſchied zwiſchen den Stahl- und Eiſenarten ſtatt finde, darin ſtimmen alle Phyſiker überein, auch in den Angaben finden ſich wenig Unterſchiede. Weiches Eiſen, ſagen ſie, nimmt den Magnetismus ſchnell an, verliert ihn aber eben ſo ſchnell; guter Stahl nimmt ihn zwar ſchwerer an, aber er iſt ſowohl dauerhafter als auch zu einem höhern Grade zu bringen. *) Nach Rinmann **) iſt das Roheiſen am wenigſten des Magnetismus fähig.

D. von hier an Verſuche und Reſultate, unter gewiſſen Anſichten, nicht mit einander übereinſtimmen, ſo will ich ſie unter beſtimmte Geſichtspunkte bringen und prüfen. Das vollkommne Eiſen-Oxyd, ſehen wir, wird nicht mehr vom Magneten ***) gezogen, und die Stärke der Magneten nimmt ab, je mehr ſie ſich mit gelbem Roſte überziehen. Dagegen fand Wilke, ****) daſs Stahlnadeln, die, an einer Spitze glühend, noch keine Spur von Magnetismus zeigten, ſchnell in Waſſer abgelöſcht, einen dauernden Magnetismus annahmen. Hierbei erſtreckt ſich aber, nach Reaumür's und Lavoi-

*) Z. B. Cavallo S. 137. Rinmann's *Geſchichte des Eiſens*, I, S. 93. A.

**) Rinmann's *Geſchichte des Eiſens*. Berlin 1785, I. B., S. 64. A.

***) *Eben daſelbſt*, Th. I, S. 99. A.

****) *Abhandlungen der ſchwediſchen Akademie für* 1766, §. 21. A.

fier's *) sehr bestimmten Versuchen, die Säuerung nicht blofs auf die Oberfläche, sondern sie dringt auch tief ins Innere vor. Rinmann **) sah sogar, dafs ein an einem Ofen liegender oxydirter und nachher wieder zusammengeschmolzener eiserner Anker stark magnetisch geworden war. Auch wenn Eisen ***) anfängt von Schwefelsäure angegriffen zu werden, wirkt es stärker auf den Magneten, als vorher. So empfiehlt Rinmann, ****) den zu Magneten bestimmten Stahl glühend stark zu drehen, und Herr Steinhäuser *) bemerkte einen grofsen Einfluss auf die Fähigkeit zum Magnetismus in Stahlstücken, die er in verschiedenen Gasarten hatte abkühlen lassen. Ferner sind fast alle Eisenerze **) magnetisch.

*) Lavoisier's *Physisch-chemische Schriften*, IV. B., S. 252 bis 256. *A.*

**) Rinmann's *Geschichte des Eisens*, I. B., S. 98. *A.*

***) Cavallo's *Abhandlung vom Magnet*, S. 192. Dafs Schwefelsäure in etwas hier bessere Wirkung that, als Salzsäure, läfst sich daraus erklären, dafs jene nur unvollkommenes, diese auch vollkommenes Eisen-Oxyd auflöst. *A.*

****) Rinmann's *Geschichte des Eisens*, I. B., S. 95. Auch das vom Schwefel aufgelöste Eisen wird stark vom Magneten gezogen. I. B., S. 101. *A.*

*) Scherer's *Journal der Chemie*, II. B., S. 341. *A.*

**) Hauy am angeführten Orte. *A.*

Hier könnte vielleicht jemand auf den Gedanken kommen, dafs zwifchen magnetifcher Anziehung und dauernder Polarität, ein folcher Gegenfatz ftatt fände, dafs zwar keine ohne die andere, jede aber im entgegengefetzten Verhältniffe der andern wüchfe. Seit van Swinden *) indeffen gezeigt hat, dafs die Magneten einander ungleich ftärker anziehen, als weiches Eifen und ein Magnet, fcheint diefe Erklärung alle Wahrfcheinlichkeit zu verlieren. Noch einen Grund dagegen bietet auch das Roheifen dar, welches, nach Lampadius, **) viel Sauerftoff enthält, und, der Rinmannfchen oben angeführten Erfahrung gemäfs, des Magnetismus unfähig ift, und da Stahl, der, wie wir bald fehen werden, mehr Sauerftoff als weiches Eifen enthält, am beften zu Magneten geeignet ift. Der Widerfpruch, worauf wir alfo hier geführt würden, beftünde darin, *dafs eben der Sauerftoff, der das Eifen durch feinen Zutritt des dauernden Magnetismus fähig macht, diefe Wirkung wiederum zerftört.* Diefen Widerfpruch aufzulöfen, dazu fcheint uns befonders die letztere Erfahrung die Hand zu bieten. Roheifen

*) *Analogie de l'électricité et du magnetisme*, à la Haye 1785, T. II, p. 500. *A.*

**) *Abhandlungen über die Preisfrage: Worin befteht der Unterfchied zwifchen Roheifen und gefchmeidigem Eifen?* Leipzig 1799, S. 1 bis 48. Lampadius *Praktifch-chemifche Abhandlungen*, II. Band, S. 47 bis 164. *A.*

unterſcheidet ſich vom weichen Eiſen, nach Lampadius, nicht blos durch gröſsern Sauerſtoffgehalt, ſondern auch durch mehr Kohlenſtoff. Beſtimmter, als aus Lampadius's Verſuchen, geht dieſes Reſultat aus der Bergmannſchen *) Beſtimmung der Menge von Waſſerſtoffgas hervor, die ſich bei Auflöſung gleicher Mengen der verſchiedenen Eiſenarten in Salzſäure entwickelt. Die Menge Sauerſtoff kann man hieraus ſehr beſtimmt nach dem Verhältniſſe wie 15 Theile Waſſerſtoff zu 85 Theile Sauerſtoff, **) dem Gewichte nach, berechnen, doch iſt uns dies zu keinem Zwecke. Genug, die Mittelzahlen beweiſen: rohes Eiſen bedürfe weniger Sauerſtoff zu ſeiner Verkalkung, als weiches Eiſen, und dieſer Unterſchied ſey ungleich gröſser, als aus dem Verhältniſſe des gröſsern Kohlenſtoffgehalts folgen würde, Stahl hingegen ſey etwas weniger oxydirt als Roheiſen. Den Kohlenſtoffgehalt giebt Bergmann ***) in 100 Th. Roh-

*) Bergmanni *Opuscula*, T. III, pag. 16 — 17. Die Mittelzahlen für die Menge Kubikzolle Waſſerſtoffgas aus einem Probiercentner von jedem ſind:

Aus weichem Eiſen	49,6
Aus Stahl	46
Aus Roheiſen	42,3. A.

**) Lavoiſier's *Traité élement.*, T. III, pag. 16 — 17. A.

***) Bergmann *de analyſi ferri*, pag. 84 — 85. A.

eiſen von 1 bis 3,3, in dem Stahle von 0,2 bis 0,8, im weichen Eiſen zu 0,05 bis 0,2 an; doch war dies kein reiner Kohlenſtoff, ſondern eiſenhaltiger Graphit. Auſser dieſen beiden Unterſchieden giebt es, wenn ich nicht irre, zwiſchen dem Roheiſen und den übrigen Sorten noch einen dritten, den ich hier beiläufig zur Prüfung vorlegen will. Rinmann *) erzählt, daſs ein Tropfen Scheidewaſſer auf dem Roheiſen einen ſchattirenden, ungleichen ſchwarzen Fleck hervorbringe, da hingegen auf dem Stahle ein ſolcher Fleck gleichförmig ſchwarz, auf dem weichen Eiſen gleichförmig weiſs erſcheint. Ich glaube nicht, daſs ſich jene Ungleichheit beſſer, als aus der ungleichen Miſchung des Roheiſens mit Kohlenſtoff ableiten laſſe, woher ſich dann nicht nur die Brüchigkeit des Roheiſens, ſondern auch zum Theil die Unfähigkeit zum Magnetismus erklärt. — Alle dieſe Erfahrungen, insbeſondere die Nothwendigkeit des Kohlenſtoffs, um den, des Magnetismus fähigſten Stoff, Stahl, hervorzubringen, führen uns auf das Reſultat, daſs weder das Eiſen allein, noch die Verbindung mit dem Sauerſtoffe in gewiſſem Verhältniſſe, ſondern allein die dreifache Verbindung zwiſchen Eiſen, Kohlenſtoff und Sauerſtoff *in gewiſſen Verhältniſſen*, die des ſtärkſten, dauernden Magnetismus fähige Maſſe hervorbringt. Ich hoffe, daſs durch die folgenden

*) Rinmann's *Geſchichte des Eiſens*, Seite 295.

Erfahrungen ſich auch über dieſe Verhältniſſe einiges Licht verbreiten laſſe.

Ich muſs hier etwas vorausſetzen, was ich erſt in einem andern Aufſatze beweiſen kann, daſs zum Magnetismus überhaupt Cohärenz, und zum höchſten Maguetismus, auſser der chemiſchen Beſchaffenheit, die höchſte Cohärenz gehöre. Die Erfahrung beſtätigt dies hinlänglich: Glühend *) und verkalkt verliert das Eiſen alle magnetiſche Eigenſchaften; Eiſen, der beſte Magnet, hat ferner die gröſste **) Cohärenz, nach ihm kommt Kupfer und Platin, und auch dieſe ***) laſſen ſich durch eine geringe Miſchung mit Eiſen, (alſo durch Mittheilung der chemiſchen Eigenſchaft,) in Magneten verwandeln. Dieſe auszeichnende chemiſche Eigenſchaft deſſelben iſt: mit dem Kohlenſtoffe in verſchiedenen Graden der Säuerung eine Verbindung in Metallform einzugehen. Herr Lampadius ****) glaubt, mit dem Sauerſtoffe: doch ſtützt ſich dieſe Meinung nur auf Verſuche mit kohlenſtoffhaltigem Eiſen; allgemeine Gründe dagegen werden ſich in der gewöhnlichen Wirkung der Sauerſtoffverbindung auf die Metallform finden. Aber was hat dieſe Metallform

*) Cavallo's *Abhandlung vom Magnet*, S. 190. *A.*

**) Siehe die *Annalen der Phyſik*, I. B., S. 371. *A.*

***) Faſt alles Meſſing und Kupfer, welches ich verſuchte, zeigte einige Polarität. *A.*

****) *Praktiſch-chemiſche Abhandlungen*, II. B., S. 157. *A.*

ſo Auszeichnendes, daſs jeder ſie wieder erkennt, ohne ſich genau den Unterſchied zu entwickeln. Ich glaube, man thut Unrecht, wenn man es in dieſe oder jene einzelne Eigenſchaft ſetzt; einzeln möchte man ſie wohl alle auch in andern Stoffen wiederfinden, aber ſo wie ſie hier verbunden ſind, nie. Oxydirbarkeit, Undurchſichtigkeit, Schmelzbarkeit, Wärme- und Electricitäts-Leitung, groſses ſpecifiſches Gewicht, Cohärenz u. ſ. w., machen es zuſammen aus. Und alle dieſe Eigenſchaften verſchwinden entweder ganz oder zum Theil bei der Verbindung mit dem Sauerſtoffe. Es iſt dieſe Wirkung ſo allgemein, zeigt ſich auch beim Eiſen, wenn wir es Eiſen-Oxyd nennen, ſo, daſs es ſchwer wird, zu glauben, daſs bei einem niedrigern Grade der Oxydation das Gegentheil ſtatt finden ſollte. Ich kehre dahin zurück, daſs der Kohlenſtoff in verſchiedenen Graden der Oxydation ſich mit dem Eiſen verbindet. Durch die Verbindung mit Kohlenſtoff wird das Eiſen im Stahle ſpecifiſch ſchwerer, mit eben dieſem Stoffe im Roheiſen verbunden, ſpecifiſch *) leichter; dies muſs daher durch den dritten Stoff, den Sauer-

*) Rinmann's *Geſchichte des Eiſens*, I, S. 64 bis 66.

Roheiſen	—	—	7,251
Weiches Eiſen	—	—	7,700
Stahl	—	—	7,795

Etwas von der groſsen Abweichung des Roheiſens kann man billig auf ſeine Blaſen rechnen, die faſt nie darin fehlen. *A.*

ſtoff, beſtimmt, und, da, nach allgemeiner Erfahrung, der Sauerſtoff die Dichtigkeit des Körpers, mit dem er ſich verbindet, mindert, der Kohlenſtoff im Roheiſen oxydirter als im Stahle ſeyn. Das ſtimmt nicht nur mit dem Reſultate aus den eben angeführten Verſuchen Bergmann's, über die Menge des entwickelten Waſſerſtoffgas, ſondern auch mit der Erfahrung überein, daſs Stahl ſchwerer roſtet, als jedes andere Eiſen, welches nun leicht aus der Beobachtung Guyton's *) ſich erklärt, daſs der Kohlenſtoff, mit je weniger Sauerſtoff verbunden, deſto ſchwerer ſich damit verbindet. Es wird endlich auch dadurch beſtätigt, daſs der Stahl beim Härten an ſpecifiſchem Gewichte verliert, **) und daſs, nach Coulombs ***) Erfahrung, das ſtarke Härten dem Magnetismus ſchadet. Muſſchenbroek, (*Introd. ad phil. nat.*, T. I, §. 1096,) fand aber, daſs Stahl ungleich geringere Cohärenz als Eiſen hat. Sobald daher angenommen iſt, daſs bei der erforderlichen chemiſchen Beſchaffenheit die gröſste Cohärenz des Stoffs die beſten Magne-

*) *Annalen der Phyſik*, II. B., S. 397 f. *A.*

**) Rinmann's *Geſchichte des Eiſens*, I. B., S. 65. Siehe auch Briſſon *Péſanteur ſpecif. des corps*, à Paris 1787.

Ungehärteter Stahl	—	—	7,840
Gehärteter Stahl	—	—	7,810

A.

***) Gren's *Neues Journal der Phyſik*, II. B., S. 341. *A.*

ten liefert, so sieht man, dafs der Kohlenstoff und der Sauerstoff ein bestimmtes Verhältnifs haben müssen, weil ohne beide zwar kein dauernder Magnetismus im Eisen ist, sie aber die Cohärenz des Magnetismus vermindern, daher wiederum der Stärke schaden.

Da wir finden, dafs beim Magnetisiren ohne Volum-Veränderung bei uns der Nordpol schwerer, also specifisch schwerer, dagegen der Südpol specifisch leichter wird, so können wir vielleicht annehmen, dafs, durch eine Wirkung eines zweiten Magneten, dieser dem Südpole Sauerstoff abgetreten, dagegen von dem Südpole Kohlenstoff erhalten habe. Doch folgt daraus nicht, dafs der Chemiker, wenn er den Magneten jetzt in der Mitte durchbräche, von der einen Seite mehr Kohlen-, von der andern mehr Sauerstoff erhalten würde, sondern, indem der Magnet sich trennt, kehren auch diese gegenseitigen Bindungen in ihre neuen Pole sich um. Nur in der leichtern oder schwerern Oxydirbarkeit der Pole läfst sich dieses erkennen. An Magneten allein versuchte ich dieses vergebens, weil sie zu lange, um merklich verkalkt zu werden, mit Wasser überstrichen seyn müssen. Legt man hingegen eine Armatur von *weichem* Eisen an beide Pole, und bestreicht beide Pole mit Wasser, so kann man in kurzer Zeit, (überhaupt in kürzerer als wenn die Kette nicht geschlossen wäre,) die stärkere Oxydation an dem Nordpole des Magnetens, also an dem Südpole der Armatur, also wo schon der meiste Sauerstoff ist, finden, weil, nach Guytons Erfahrung, die Anziehung des

Kohlenſtoffs zum Sauerſtoffe zunimmt, je mehr er davon erhält. Dieſe verſchiedene Oxydation erklärt auch die von Herrn Ritter *) beobachtete Erſcheinung, daſs zwei Eiſennadeln zu wirkſamen Excitatoren des Galvanismus gemacht wurden, wenn man die eine derſelben durch Streichen galvaniſirte. Ich geſtehe, daſs jene Vermuthung über die ungleiche chemiſche Beſchaffenheit beider Pole ihre Schwierigkeiten hat, dagegen gewinnt ſie aber durch die angeführte Beobachtung Guytons. **) Dieſes Letztere erklärt mit auſserordentlicher Leichtigkeit die Schnelligkeit, mit der man die magnetiſche Kraft, wenn ſie einmahl ſich zeigt, unter ſchwach magnetiſirten Stäben vermehren kann, u. ſ. w. Eine entgegen geſetzte chemiſche Beſchaffenheit der Erdpole würde dann dieſen magnetiſchen Nord- und Südpolen entſprechen; eine Verſchiedenheit, die ich zwar nicht aus der verſchiedenen Bildung ***) der beiden Seiten unſrer Erde herleiten kann, weil die Uebereinſtimmung der Gebirgsmaſſen ****) in ſehr

*) Humboldt *Ueber die gereizte Muskel- und Nervenfaſer*, II. B., S. 189. *A.*

**) Siehe *Annalen der Phyſik*, II. B., S. 398 bis 399. *A.*

***) Forſter's *Beobachtungen zur Theorie der Erde.* Leipzig 1798. Lichtenberg's *Taſchenbuch* für 1798, S. 127. *A.*

****) Z. B. Guellard *über ägyptiſche und franzöſiſche Granite. Mém. de l'Acad. de Paris*, 1751. Hiſt.

entfernten Gegenden es wahrſcheinlich macht, daſs dieſer Unterſchied tiefer als unſre bewohnte und befahrne Erdrinde liegt, wenn gleich beide einen gemeinſchaftlichen Grund in der ungleichen Erwärmung *) der nördlichen und ſüdlichen Halbkugel haben.

Noch giebt es ein Metall, den Kobalt, das ohne Beimiſchung des Eiſens, nach Herrn Kohls **) Entdeckung, eines ſtarken Magnetismus fähig iſt. Merkwürdig iſt es, daſs er, nach Briſſon, mit dem Stahle im ſpecifiſchen Gewichte übereinſtimmt, (Stahl 7,810, Kobalt 7,811.) In Rückſicht der Cohärenz ſind noch keine Verſuche damit angeſtellt; in der Reihe ***) der Adhärenzen mit dem Queckſilber ſteht er neben dem Eiſen, doch ſo, daſs das Eiſen durch 115 Gran, der Kobalt durch 8 abgeriſſen wird. Dieſe auſserordentlich geringe Adhäſion machte mich zuerſt darauf aufmerkſam, ob nicht auch hier, wie bei dem Stahle, durch die Verbindung mit Kohlenſtoff die Adhäſion geſchwächt werde. Ich löſte deswegen etwas von einem ſehr reinen Kobaltkönige in Salpeterſäure auf; die angegriffene, vorher polirte Seite war ſchwarz gefleckt worden, auch fand ich

p. 239. Humboldt *über die unterirdiſchen Gasarten*, S. 89. *A.*

*) Den Beweis ſiehe in Prevoſt's *Unterſuchungen über die Wärme*, Halle 1798, S. 104. *A.*

**) Crell's *Neueſte Entdeck.*, Th. VII, S. 39. *A.*

***) Guyton Morveau's *Grundſätze der Wahlanziehung*, Berlin 1794, S. 9. *A.*

in der Säure einen feinen unauflöslichen schwarzen Niederschlag, von dem ich aber zu wenig hatte, um mich mit Gewifsheit zu überzeugen, ob es Kohlenstoff sey. Sollte dies nicht etwa zufällig, sondern allem Kobaltkönige gemein seyn, so würde dadurch die Entstehung des Magnetismus im Kobalt, wie im Eisen, gleiche Ursache haben. Eben so einfach schliefst sich der Magnetismus kohlenstoffhaltiger Substanzen, des Diamanten u. s. w., wovon wir ausgingen, hieran; sie sind, wie der Eisen-Magnetismus, Folge der verschiedenen Oxydirbarkeit des Kohlenstoffs, und seiner Eigenschaft, mit der gröfsern Menge Sauerstoff, die er gebunden, immer mehr Anziehung gegen denselben zu bekommen. Für die Theorie des Magneten ist, wenn diese Beobachtungen nicht Berichtigung, sondern Bestätigung erhalten sollten, weiter nichts geleistet, als dafs ich das Chemisch-Auszeichnende des Magneten, das Chemisch-Veränderte beim Magnetisiren, aufgesucht habe; eine Arbeit, die zwar zur Vollständigkeit nothwendig, aber für den übrigen Theil der Theorie, Ableitung der Gesetze aus der allgemeinen Dynamik, ganz ohne Anwendung ist.

Zu erklären, wie dieses Einzelne, Veschiedene, welches wir Magnet nennen, entstand, war nie mein Zweck; mechanisch oder organisch, wie man es versuchen mag, unvermerkt geht man einen Zirkel, indem man das Mannigfaltige, welches abgeleitet werden soll, dazu schon voraus setzen mufs.

Zuſatz. Verſuche über den Einfluſs der Eiſenmagneten auf Galvaniſche Erſcheinungen.

Das Urtheil des Herrn v. Humboldt, (über die gereitzte Muskel- und Nervenfaſer, II, S. 189,) daſs es wohl unendlich ſchwer ſeyn möchte, über den S. 60 angeführten Ritterſchen Verſuch beſtimmte Gegenverſuche anzuſtellen, hielt mich lange von dieſen Unterſuchungen ab. Die groſse und aushaltende Reizbarkeit der Fröſche in dieſer Jahrszeit machte mir endlich Hoffnung; ich wagte es, und muſs geſtehen, ſelten ſo beſtimmte Erfolge in dieſer Klaſſe von Verſuchen erhalten zu haben.

1. Als in einer Kette aus zwei Eiſenſtücken weder Eiſen noch Stahl aller Art mehr Zuckungen hervorbringen wollte, brauchte ich ſtatt des einen Eiſenſtücks einen Magneten; ſogleich erfolgte Zuckung. Jene Stücke wieder an die Stelle des Magneten hinein gebracht, erregten keine Zuckung mehr.
2. Ich lieſs die Kette aus Stahl und Eiſen, oder Eiſen und Eiſen, geſchloſſen. Wenn ich eins der beiden Stücke durch Stahl oder Eiſen mit dem Muskel verband, entſtand keine Zuckung; wurde die Verbindung mit einem Magneten gemacht, ſo war die Zuckung ſehr ſtark. Beide Verſuche beweiſen hinlänglich, daſs der magnetiſche Stahl in der Galvaniſchen Kette anders wirkt als Stahl oder Eiſen; ſie beſtätigen den Ritterſchen Verſuch.
3. Als die Reizbarkeit eines Froſchſchenkels ſo weit herabgeſtimmt war, daſs Ketten aus Zink und Eiſen, oder Zink und Stahl, keine Zuckung mehr erregten, ſetzte ich einen Magneten an die Stelle des Eiſens, und es entſtanden keine Zuckungen. Es folgt daraus, daſs die Heterogeneität des Magneten nur in Rückſicht der Körper, die ſelbſt der Polarität fähig ſind, ſtatt findet.

4. Ich armirte einen Magneten mit einem dünnen Stücke weiches Eiſen. Der Schenkel zuckte nicht mehr durch jenes Eiſen; ich verband jetzt das Eiſen der Kette mit dem Muskel durch jene Eiſen-Armatur, und es erfolgte keine Zuckung. Jener armirte Magnet allein in die Kette gebracht, erregte Contraction. Wegen der dünnen Eiſen-Armatur waren hier gleicharmige Pole in der Kette.

5. Zwei gleich ſtarke Magneten wurden zwiſchen Muskel und Nerve gebracht; legte ich ihre ungleichnamigen Pole zuſammen, ſo erfolgte keine Zuckung; die gleichnamigen zuſammen gebracht, ſah man Zuckung. Hier war in der Kette ebenfalls alle Heterogeneität durch gegenſeitige Bindung aufgehoben.

6. Wenn ich in der Kette des erſten Verſuchs den an den Muskel ſtoſsenden Magnetpol durch den ungleichnamigen eines andern ſeiner Kraft beraubte, konnte ich doch keinen Unterſchied in Abſicht der Stärke der Zuckungen wahrnehmen. Aus dieſem 3, 4, 5 und 6 Verſuche folgt, daſs die Heterogeneität der Metalle, die Muskel und Nerven berührten, hier nicht weſentlich, hingegen die Heterogeneität in den ſich berührenden Metallſtücken nothwendig war.

Ein Reſultat, welches dem thieriſchen Magnetismus, (thieriſcher Magnetismus in der wahren, nicht in der Mesmeriſchen Bedeutung,) eben nicht günſtig zu ſeyn ſcheint.

7. Ob bloſs der dauernde, oder auch der mitgetheilte Magnetismus wirke, habe ich nicht beſtimmt ausmachen können; eben ſo wenig, ob die auſserordentliche Wirkſamkeit des Stahls in Galvaniſchen, beſonders in Eiſenketten, bloſs von ſeiner Miſchung oder auch von einem geringen Grade Magnetismus herkomme, habe ich nicht beſtimmen können.

VI.

VERSUCHE,

mittelſt des Diamanten das geſchmeidige Eiſen in Gußſtahl zu verwandeln,

von

GUYTON. *)

(Eine Fortſetzung des Aufſatzes A. d. Ph., II, 397.)

Um meine Theorie, daſs der Diamant reiner Kohlenſtoff, Reiſsblei deſſen Oxyde des erſten, Holzkohle des zweiten Grades, und Kohlenſäure das Produkt der vollkommnen Oxydirung des Diamanten ſey, von einer neuen Seite zu prüfen, wünſchte Clouet, **) der die Verſuche über das Ver-

*) *Annales de Chimie*, t. 31, p. 328 — 336.

**) Der Gedanke Clouet's, die Verbindung zwiſchen dem Diamanten und dem Eiſen zu verſuchen, iſt nicht neu. Malliard fand den Diamanten in der Berührung mit Eiſen angefreſſen und in eine Art von Schlacken gefloſſen. Herr Lampadius, (Sammlung prakt.-chem. Abhandl., II, S. 6,) vermuthet, es ſey eine Verbindung von Eiſen und Kohlenſtoff geweſen, und ermuntert zu fernern Verſuchen. Wenn nur Deutſchland ein National-Inſtitut hätte! Doch, dazu gehört National-Geiſt!

A.

brennen des Diamanten mit mir angeſtellt hatte, daſs wir geſchmeidiges Eiſen durch Cementation mit Diamanten in Stahl zu verwandeln ſuchen möchten.

Man hat es bisher als ausgemacht angenommen, daſs das Eiſen nicht anders flüſſig wird, als wenn es in den Zuſtand des Stahls oder des Guſseiſens übergeht. Aber in welchem Zuſtande geht der Kohlenſtoff mit in die Miſchung ein? Da der, den Säuren daraus abſcheiden, ſich in dem glänzenden Schwarz und der Unverbrennlichkeit zeigt, welche die weſentlichen Kennzeichen des Reiſsbleies ausmachen; ſo glaubt man, daſs es in Form dieſes Oxydes des erſten Grades, (als *oxydule*,) geſchehe, und daſs mithin die Kohle, deren man ſich beim Cementiren des Stahls bedient, ſich zuvor bis auf einen gewiſſen Punkt entoxydire. *) In der That hat das Kohlenpulver nach dieſer Operation ein glänzenderes Anſehen, und iſt eben ſo ſchwer zu Aſche zu brennen, als Kohlen, die in einem verſchloſſenen Gefäſse entbrannt ſind, (*débrûlé*,) welches dieſe Meinung zu beſtätigen ſcheint.

Iſt ſie richtig, ſo muſs ſich aus der Kohle beim Cementiren des Stahls Sauerſtoffgas entwickeln.

*) Es ſchien, als dürfte das nur bis auf einen gewiſſen Grad geſchehn, da, nach Duhamel's Erfahrungen, Kohlenpulver, das einmahl zum Cementiren des Stahls gedient hatte, dazu nicht mehr recht brauchbar war, wegen der Langſamkeit, womit dann der Prozeſs vor ſich ging. *d. H.*

Ich that in eine Retorte aus Porzellän, die bei einer frühern Operation ſich mit einer Glashülle umzogen hatte, und folglich keine Luft durchlieſs, einige kleine Eiſenſtücke, umſchüttete ſie von allen Seiten mit recht trockner, klein geſtoſsner Büchenkohle, und brachte die durch eine Entbindungsröhre mit dem Queckſilber-Apparate verbundne Retorte in einen Reverberir-Ofen. Ich erhielt eine beträchtliche Menge von Luft, und zwar von einer Miſchung aus kohlenhaltigem Waſſerſtoffgas und kohlenſaurem Gas; letzteres betrug im Anfange 0,11, in der Mitte der Operation 0,13, und gegen das Ende 0,15 des ganzen Volumens. Da indeſs nach einer Feuerung von viertehalb Stunden die Verwandlung in Stahl noch nicht weit vorgerückt war, ſo ſetzte ich die Retorte in eine Eſſe mit 3 Gebläſen. Nun entwickelte ſich zwar ſehr viel weniger Luft, ganz von derſelben Beſchaffenheit wie zuvor, (das kohlenſaure Gas machte anfangs 0,07, zuletzt 0,12 des Ganzen aus,) das Eiſen wurde aber dabei völlig in Stahl verwandelt; die einzelnen Stücke hatten ſich ſogar in einem Anfange von Schmelzung mit einander vereinigt.

Es iſt zwar nicht unwahrſcheinlich, daſs das kohlenſaure Gas ſich zum Theil aus der unveränderten Holzkohle und aus der entoxydirten, welche in den Stahl mit eingeht, gebildet habe; allein bei der beſtändigen Gegenwart des Waſſerſtoffgas läſst ſich aus dieſem Verſuche nichts anderes mit Sicherheit ſchlieſsen, als daſs es äuſserſt ſchwierig iſt,

die Kohle von aller Feuchtigkeit, die sie in sich schliefst, gänzlich zu befreien. *)

Der von Clouet in Vorschlag gebrachte Versuch schien mir dadurch noch um so interessanter zu werden, und schon des Verlusts einer der schlechtern Diamanten der *école polytechnique* werth zu seyn. Clouet liefs einen kleinen Tiegel von geschmeidigem Eisen, (ausgesuchten Nägelköpfen,) schmieden, der mit einem genau passenden Stöpsel aus demselben Eisen zu verschliefsen war, und wir bestimmten den 25sten Thermidor im J. 7 zum Versuche in der *école polytechnique*.

Ein Diamant, 907 Milligrammen schwer, wurde in den kleinen eisernen Tiegel gethan, und mit so viel Eisenfeil vom Tiegel umschüttet, dafs der Stöpsel genau darauf pafste. Um so wenig Luft als möglich darin zu behalten, wurde der Stöpsel mit

*) Dieser Versuch widerspricht, wie man sieht, der Meinung mancher Chemisten, die daraus, dafs beim Abbrennen des kohlenhaltigen Wasserstoffgas mit wenigem Sauerstoffgas sich der Kohlenstoff niederschlägt, schliefsen, der Sauerstoff habe eine stärkere Verwandschaft zum Wasserstoffe als zum Kohlenstoffe. Bei meinem Versuche war die Temperatur ohne Zweifel hoch genug, um durch Vereinigung des Wasserstoffs und Sauerstoffs Wasser zu erzeugen, und es war nichts vorhanden, welches hier eine besondere Verwandtschaft des Sauerstoffs zum Kohlenstoffe hätte veranlassen können. *Guyt.*

Gewalt hinein getrieben und dann abgeschnitten. Stöpsel und Tiegel wogen zusammen 55,8 Gran, die Eisenfeil 2 Gran; folglich alles den Diamanten umgebende Eisen 57,8 Grammes. Darauf setzte man den Tiegel ganz allein, ohne alle Umgebung, in einen sehr kleinen hessischen Tiegel, und diesen, mit reinem, eisenfreien Kieselsand umschüttet, in einen zweiten, auf den der Deckel mit geschlemmtem Thon und klein gestofsner Schmelztiegelmasse fest gekittet wurde. Diesen ganzen Apparat brachte man in die Esse mit den drei Gebläsen.

Als alles erkaltet war, fand man im innern hessischen Tiegel das kleine eiserne Tiegelchen, den Stöpsel und die Eisenfeil, zu einer einzigen abgerundeten und gut begrenzten Masse Gufsstahl, die 55,5 Grammen wog, bis auf einige einzeln daneben liegende Stahlkügelchen, 0,884 Gr. schwer, zusammen geschmolzen. Vor der Schmelzung hatten Eisen und Diamant zusammen 58,707 Grammen gewogen; giebt einen Verlust von 2,423 Grammen an Eisen, welche sich mit dem hessischen Tiegel vereinigt, und ihm das Ansehn des Reifsbleies gegeben hatten.

Da der Stahl vollkommen geschmolzen war, so dafs sich an der Oberfläche desselben der Anfang der schönsten Kryftallisation zeigte, so läfst es sich, bei der grofsen Verschiedenheit des specifischen Gewichts beider Stoffe, nicht denken, dafs sich irgend ein Theilchen Diamant im Innern des Stoffs unverändert erhalten habe, ohne sich mit dem Eisen che-

miſch zu verbinden. *) Der Diamant war alſo vermöge der Verwandtſchaft verſchwunden, die er in der ausnehmend erhöhten Temperatur, zu der er hier gelangte, zum Eiſen hat, gerade ſo wie ein Metall in ſeiner Legirung verſchwindet; und dabei hatte der Diamant denſelben Grundſtoff hergegeben, der ſich in der Holzkohle findet, weil das Produkt ſeiner chemiſchen Vereinigung mit dem geſchmeidigen Eiſen dieſelben Eigenſchaften, als die Vereinigung des Grundſtoffs der Holzkohle mit dieſem Eiſen zeigte.

Dafs übrigens das Eiſen ſich wirklich in Stahl verwandelt hatte, daran läſst ſich nicht zweifeln. Denn als man die geſchmolzne Maſſe an einer Stelle auf einer Steinſchleifmühle ſchliff, und einen Tropfen ſchwacher Salpeterſäure darauf brachte, entſtand auf der Stelle ein dunkelgrauer Fleck, vollkommen dem ähnlich, der ſich auf dem engliſchen Gufsſtahle, und auf dem Gufsſtahle nach Clouet's Methode verfertigt, zeigt. Bei dieſer, ſchon längſt von Rinmann angegebnen Probe wird der Fleck im Gufsſtahle, ob er gleich ſehr merkbar iſt, doch minder dunkel als in cementirtem Stahl.

*) Da mehrere neugierig waren, das Innere der Stahlmaſſe zu ſehn, ſo wurde er auf einem Amboſse zerſchlagen. Erſt nach mehrern Schlägen eines ſehr ſchweren Hammers zerſprang er in zwei Stücke vom ſchönſten Korne und von einem völlig gleichförmigen Bruche. *Guyt.*

Vielleicht, dafs dieſes von dem verſchiednen Grade der Oxydirung des in ihnen befindlichen Kohlenſtoffs herrührt.

Zuſatz des Herausgebers.

Guyton's Theorie iſt auch für die Natur des *Eiſens* und *Stahls*, (und dadurch mittelbar für die Lehre *vom Magneten*, *)) von vielem Intereſſe, und ſcheint über mehrere noch nicht ganz genügend erklärte Umſtände in der Bearbeitung des Eiſens, durch die verſchiednen Grade der Säuerung des Kohlenſtoffs, der dem Eiſen im Stahle und Guſseiſen beigemiſcht iſt, neues Licht zu verbreiten. Hier ein paar Umſtände dieſer Art.

Ein unterrichteter Reiſender erzählte Herrn Nicholſon, **) dafs man in Ungarn aus allen Arten von Eiſen, die aus ihren Minern mit Holzkohlen, und nicht mit Coak's ausgeſchmolzen ſind, ſehr guten Steiermärker Stahl bereite. Das ganze Geheimniſs des Prozeſſes beruhe auf der Regierung des Gebläſes oder des Raffinir-Ofens. Wird das Metall, während es im Fluſſe iſt, umgerührt, ſo erhält man Stabeiſen; zieht man aber bloſs die Schlacke ab,

*) Wie z. B. vorſtehender Aufſatz eines ſchätzbaren Mitarbeiters d. A. d. Ph. beweiſen mag, dem dieſer Verſuch Guyton's noch nicht bekannt ſeyn konnte. *d. H.*

**) *Journ. of nat. phil.*, I, 328.

ſo wie ſie aufſteigt, läſst es eine geraume Zeit im Fluſſe, und bringt es dann unter den Hammer, ſo zeigt es ſich als Stahl. Mit Coak's ausgeſchmolznes Eiſen ſoll, nach der Verſicherung dieſes Reiſenden, im Cementiren nie Stahl, ſondern nur eine Schlacke geben.

Nach Gazeran's Bemerkungen über das Ausſchmelzen der Eiſenminern mit verkohlten Steinkohlen oder ſogenannten Coak's *) braucht man zu einer gleichen Quantität von Stabeiſen viel mehr von Guſseiſen, das mit Coak's, als von Guſseiſen, das mit Holzkohlen aus Eiſenminern von derſelben Art ausgeſchmolzen iſt. Erſteres ſoll nur $\frac{1}{2}$ bis $\frac{5}{9}$, letzteres $\frac{2}{3}$ bis $\frac{5}{7}$ ſo viel Stabeiſen geben, als man dazu an Guſseiſen brauchte. Gazeran ſchrieb das auf den groſsen Gehalt der Steinkohlen und der daraus erhaltenen Coak's an Erde, die mehrentheils Thonerde zu ſeyn pflegt, welcher ſowohl bei engliſchen als bei franzöſiſchen aus derſelben Grube, ſo verſchieden ſeyn ſoll, daſs er bald 1, bald 18 bis 20 Theile auf 100 beträgt, indeſs die Holzkohle höchſtens $\frac{1}{100}$ an fremdartigen Stoffen beigemiſcht iſt. Dadurch erhält man theils bei gleichem Gewichte von Holzkohle und Coak's ſehr veränderliche Mengen von Kohlenſtoff, theils kommt bei den letztern in den Guſs Thonerde in ſehr verſchiedner Menge mit hinein; und das, (eben ſo ſehr auch die verſchiednen Grade der Oxydirung des Kohlenſtoffs

*) *Annales de Chimie*, t. 31, p. 115.

in ihnen, die Gazeran noch nicht kannte,) sind Gründe genug, die aufserordentliche Verschiedenheit zu erklären, die man unter einerlei Umständen bei Holzkohlen und bei Coak's, und im letztern Falle wiederum nach Verschiedenheit der Coak's, in dem erhaltnen Gufseisen wahrnimmt. 14000 Kilogrammen Glaskopf und 2000 Kilogr. Zuschlag wurden einmahl mit 8250 Kil. Coak's von verschiedner Güte und Gewicht unter einander, das zweite Mahl mit 6250 bis 6500 Kil. ausgesuchten leichten Coak's von der besten Beschaffenheit, die nur $1\frac{1}{2}$ bis 2 Prozent Erde enthielten, in einem Hohofen in 24 Stunden geschmolzen. Das erste Mahl erhielt man 2350 Kilogr. eines weifslichen Gufseisens, von 588 bis 600 Kilogr. Zusammenhalt, *) wovon man zu 500 Kilogr. raffinirtem Eisen 950 bis 1000 Kilogr. verbrauchte. Das zweite Mahl bekam man dagegen 2900 bis 3000 Kilogr. graues Gufseisen, welches Reifsblei in Ueberfluss enthielt, einen Zusammenhalt von 750 bis 900 Kilogr. hatte, bei höchster Gluth des Reverberir-Ofens noch einmahl geschmolzen, an Zusam. menhalt noch um $\frac{1}{9}$ zunahm, (eine Kanone daraus, die eine Kugel von 1 Kilogr. schofs, platzte erst beim sechsten Schusse, ob sie gleich mit 4 Kugeln und Lehm und Stroh dazwischen war geladen worden,) und wovon schon 800 bis 850 Kilogr. 500 Kilogr. Stabeisen gaben. Gazeran schliefst hieraus mit

*) *Annales de Chimie*, t. 7.

Recht, dafs man vor jedesmahligem Ausschmelzen nicht blofs die Beschaffenheit der Eisenminern, sondern noch mehr die der Coak's untersuchen, und nur solche nehmen sollte, die keinen Schwefelkies enthalten, und höchstens 1 bis 3 Prozent Asche beim Verbrennen als Rückstand lassen. Die guten, im Hohofen brauchbaren Coak's sind, nach ihm, porös und leicht, und 16 Theile derselben müssen 100 Theile salpetersaures Kali im Verpuffen zersetzen. Auch mufs man nicht alle Steinkohlen auf einerlei Art verkohlen: die, welche nichts als Bitumen enthalten, auf eine ähnliche Art wie das Holz; die mit Schwefelkies gemischten einzeln und in freier Luft entschwefeln.

Noch füge ich hier ein Paar Gedanken Nicholson's bei.*) „Es ist noch nicht ausgemacht, ob reines Eisen blofs mit Kohlenstoff verbunden den besten Stahl giebt, oder ob dazu nicht vielleicht noch ein anderer Stoff, als: Phosphor, Talkerde u. dergl., mit in die Verbindung eingehn müsse. **)

*) *Journal of nat. philos.*, II, 105.

**) Nach Vauquelin's interessanter Analyse von vier Stücken eines sehr guten cementirten Stahls aus der Stahlraffinerie zu Gros-Remmelsdorf in Lothringen, welche mit Coak's betrieben wird, enthielt dieser Stahl, (*Journal des Mines*, No. 25, 1,) im Durchschnitte an *Reifsblei*, das, (vielleicht nur zufällig,) mit Kieselerde vermischt war, 0,014 Theile, und an phosphorsaurem Eisen 0,052 Theile. Von Talkerde fand sich keine Spur. Das Reifsblei

Ist das Erstere der Fall, so giebt es zum Stahlmachen kein besseres Eisen als das allerreinste, und kein besseres Cement als den unvermischten Kohlenstoff; *) im letztern Falle würde die Güte des Stahls noch von den andern Bestandtheilen des Stabeisens und des Cements abhängen. Das *graue Roh-* oder *Gusseisen* läßt sich für eine bei einer sehr hohen Temperatur gesättigte Auflösung von Reisblei in Eisen nehmen. Erkaltet es schnell, so scheint sich das Reisblei in der ganzen Masse durch eine schleunige Kryställisation abzuscheiden; daher man es dann in solcher Menge auf dem Bruche oder auf einer Eisenstange sieht, die man in das geschmolzene Roheisen taucht, und die herausgezogen ganz mit Reisblei überzogen ist. Wird dieses Eisen in eine kalte metallene Form gegossen; oder läuft es beim Giesen weit durch Sand; oder wird

bestand zu 0,53 aus Kohlenstoff, 0,26 aus Eisen und 0,21 aus Kieselerde; das phosphorsaure Eisen zu 0,58 aus Eisenkalk und 0,42 aus Phosphorsäure, welche selbst zu 0,39 aus Phosphor und 0,61 aus Sauerstoff zusammengesetzt ist. Mithin waren die Bestandtheile dieses Stahls im Durchschnitte 0,0074 Theile Kohlenstoff, 0,0087 Th. Phosphor, 0,0029 Th. Kieselerde, etwa 0,025 Th. Sauerstoff und 0,956 Th. Eisen. *d. H.*

*) Hierauf scheint zwar Guyton's Versuch zu deuten, da er mit dem ganz reinen, völlig desoxydirten Kohlenstoffe, (dem Diamanten,) als Cement, einen dem Ausehn nach vortrefflichen Stahl er-

es, wenn es weifs glüht, in Waffer abgelöfcht: fo nimmt es eine aufserordentliche Härte an, welche die der gewöhnlichen ftählernen Werkzeuge übertrifft; dabei ift es fehr weifs und von dichterem Bruche. Diefe Härte beruht auf Umftänden in der Aggregation deffelben, die zu erklären uns alle Data fehlen; *) die weifse Farbe fcheint aber daher zu rühren, dafs Eifen und Reifsblei darin eben fo innig als in der Weifsglühehitze vereinigt find. Sehr wahrfcheinlich findet etwas Aehnliches auch beim Härten des Stahls ftatt, nur dafs diefer weniger Kohlenftoff in feiner Mifchung enthält. Dafs übrigens der Stahl im Feuer fehr leicht wieder in Eifen ausartet, ift den Stahlarbeitern nur zu wohl bekannt."

hielt; allein da er diefen nicht weiter nach Härte, Zufammenhalt und andern Eigenfchaften geprüft hat, fo läfst fich darüber wohl nichts im Allgemeinen beftimmen. *d. H.*

*) Sollte fie nicht auch auf der innigern Mifchung des abgelöfchten oder plötzlich erkalteten Gufseifens mit dem Reifsblei beruhen, woraus Nicholfon die weifse Farbe deffelben erklärt? *d. H.*

VII.

VERSUCHE

über die chemiſche Zerlegung des Luftkreiſes,

von

ALEX. VON HUMBOLDT.

---

1. *Beſchreibung eines Kohlenſäuremeſſers, (Anthracometer.)*

Dieſes Inſtrument beſteht aus einer 3 bis 5 Linien weiten, etwa 12 Zoll langen, ſehr ſtarken Glasröhre, die ſich unten in eine Kugel von 1,2 bis 1,3 Zoll Durchmeſſer endigt. Die untern 3 Zoll der Röhre werden an der Lampe ſo umgebogen, daſs die Kugel nicht über 6,3 ~~Zoll~~ weit von der Röhre abſteht, um in ein enges Glas mit Waſſer getaucht werden zu können. Die Röhre *ab*, (Fig. 7,) muſs in ihrer ganzen Länge gleich weit ſeyn. Erweiterungen in c und *d* ſind für den Gebrauch gleichgültig, nur muſs zur Erſparung der Reagentien die ganze Capacität des Inſtruments nicht über 2 bis 2,5 Kubikzoll betragen. Bei *e* iſt die Röhre ſo zerſchnitten, daſs der obere Theil 7 Zoll Länge behält, und durch Metallcylinder ſo verbunden, daſs keine Flüſſigkeit durchdringen kann. Das obere Ende der Röhre iſt in einen, etwa 6 Linien hohen, metallenen Cylinder

gekittet, der von aufsen etwa 9 sehr enge Schraubengänge hat und an der Mündung kegelförmig ausgedreht ist. In diese Mündung pafst ein konisches Muschelventil von 1 bis 2 Linien Dicke. Ein zweiter Cylinder von Metall, *h*, der bei 5 Linien Höhe oben durch eine Platte verschlossen und inwendig als Schraubenmutter ausgehöhlt ist, pafst als Deckel auf die Röhre. Um den Druck zu vermehren, ist die Platte *kl* in der Mitte durchbohrt, und eine zweite Schraube *m* preſst das Ventil auf die Mündung der Röhre. — Der Gebrauch dieses Instruments ist sehr einfach. Man fülle es mit flüssigem ätzenden Ammoniak; dann giefse man aus *ae* so viel heraus, als man Luft untersuchen will, und trage die Länge der Luftsäule *ab* mit dem Zirkel auf einen Maafsstab; ist aber *ae* selbst eingetheilt, so merke man sich die Zahl der Grade. Man schliefse das Ventil und lasse die Luft in die Kugel gehen. Hier befindet sie sich wegen der grofsen berührenden Fläche in einer vortheilhaften Lage, um ihre Kohlensäure an das Ammoniak abzutreten. Dadurch, sinkt das Ammoniak in der engen Röhre *ae*. Man öffnet das Ventil und füllt die Röhre ganz, so bald das Sinken aufhört. Man läfst die Luftsäule aus der Kugel wieder in die Röhre. Da sie comprimirt ist, schraubt man sie unter Wasser bei *e* ab, und senkt das obere Stück so weit unter, bis die Flüssigkeit von innen und aufsen gleich hoch steht. Der Rest von der erstern Menge Luft abgezogen, zeigt die Menge der Kohlensäure. Man kann den

Stand des Barometers und Thermometers bei diesem Versuche als beständig annehmen. Kalkwasser ist dem ätzenden Ammoniak noch wegen der grösern Leichtigkeit, es zu bereiten, vorzuziehen; doch wäre es wohl noch zu untersuchen, ob die vom Herrn v. Humboldt entdeckte Eigenschaft der Erden, Sauerstoff zu binden, nicht hierbei einen schädlichen Einfluss haben könnte. Dass dieses Instrument auch als Sauerstoffgas-Messer gebraucht werden könne, bedarf keiner Erinnerung.

2. *Ueber die Kohlensäure, welche im Dunstkreise verbreitet ist, und über die Beschaffenheit des Luftkreises der gemäfsigten Zone.*

In ältern physikalischen Schriften nahm man die gewöhnliche Menge derselben sehr gross an, nämlich 0,06.*) Girtanner schätzt sie auf 0,01, überhaupt fehlt es aber an sichern Erfahrungen. Nach zahlreichen Erfahrungen des Herrn v. Humboldt ist die Mittelzahl für die gemäfsigte Zone nahe an 0,015. Das Maximum, welches er fand, ist 0,018, (21sten August 1797, 73° Hyg. Sauff., 18°,5 *R.*;) das Minimum 0,003, (den 3ten Sept. bei einem Regen, bewölktem Himmel und 17° *R.*) Herr von Saussüre fand auf dem Gipfel des Montblanc **) noch Kohlensäure, die wahrscheinlich

*) S. Gehler's phys. Wörterbuch, B. 2, S. 396.

**) *Voy. dans les Alpes*, T. 4, §. 2010, p. 200.

durch kohlenſtoffhaltige Flechten, (*lichen ſulphureus* und *rupeſtris*,) ſo wie weiter unten durch Chloriterde und Hornblende hervorgebracht wird. In der Luft, die Garnerin*) aus einer Höhe von 650 Toiſen mitbrachte, war eben ſo viel Kohlenſäure, wie damahls zu Paris. — Nach dieſen Erfahrungen ſcheint die Kohlenſäure kein zufälliger, ſondern ein allgemein verbreiteter Beſtandtheil der Atmoſphäre zu ſeyn, vielleicht, daſs wir auch noch Waſſerſtoffgas mit dem Stickgas in derſelben verbunden entdecken. Das Regenwaſſer zeigte ihm keine Spur Kohlenſäure. Lange wiederhohlte Vergleichung des Anthracometers mit dem Hygrometer haben zwar gezeigt, daſs im Sommer im Ganzen etwas mehr Kohlenſäure in der Atmoſphäre iſt, daſs aber dieſer Unterſchied keinesweges in den hygrometriſchen Verhältniſſen des Luftkreiſes gegründet iſt. Aus dieſen Verſuchen geht ebenfalls hervor, daſs wir die nächſten Urſachen des zunehmenden und abnehmenden Kohlenſäuregehalts noch nicht zu beſtimmen im Stande ſind.

Die Verſuche des Hrn v. Humboldt über die Beſchaffenheit des Luftkreiſes der gemäſsigten Zone, die er mit dem Eudiometer, dem Barometer, Thermometer, Electrometer, Anthracometer, dem Sauſſüriſchen und de Lüc's Hygrometer während 6 Monate, täglich mehrere Mahle angeſtellt, können hier nicht in ihrem Umfange, ſondern nur in ihren Reſul-

*) Siehe den Zuſatz.

Resultaten mitgetheilt werden. Wer es weifs, wie wenig Genufs folche Verfuche gewähren, ehe eine genugfame Menge derfelben gefammelt, wie forgfältig man felbft alle vorfchnelle Vermuthungen zurückhalten mufs, um nicht bei diefer Beobachtung etwas zuzugeben, bei jener etwas wegzulaffen; der wird ficher der unermüdeten Ausdauer des Herrn von Humboldts feine Bewunderung nicht verfagen.

Die wichtigften Refultate, welche er aus jenen Verfuchen zieht, zeigen, dafs, wenn bei trübem Wetter die Dünfte fich auflöfen, die Wolken verfchwinden und fich des Himmels Gewölbe blau färbt, meift die Sauerftoffmenge des Luftkreifes zunehme. Sie nimmt dagegen meift ab, wenn am blauen heitern Himmel das Cyanometer vom 20° bis 7° übergeht, und wenn Regen- oder Schneewolken fich bilden. Schlackiges Wetter, befonders Hagel mit Schnee gemifcht, kündigt die geringfte Sauerftoffmenge an. Beim Nebel mit ftarker negativer Electricität, indem die Waffer dünfte fich auflöfen, ift die Luft fehr reich an Oxygen. Das Schmelzen des Schnees, bisweilen felbft das Fallen eines grofsflockigen, leicht zergehenden Schnees, verbeffert den Luftkreis. Eine ähnliche Verbefferung wird häufig bei den im Frühjahre gewöhnlichen wohlriechenden Strichregen bemerkt, bei welchen die Electricität häufig aus der pofitiven in die negative übergeht. Die Verminderung bei der Bildung des Regens leitet der Verfaffer aus einem Verfchlucken deffelben durch das gebildete Waffer her, oder

durch die Umhüllung der Dunſtbläschen durch oxygenreichere Atmoſphären. Das Maximum des Sauerſtoffgehalts fand der Verf. 0,290 und das Minimum 0,236; der mittlere Sauerſtoffgehalt war im November 0,256, im December 0,268, Januar 0,275, Februar 0,272, März 0,269, April 0,272, und in allen ſechs Monaten 0,268. — Die electriſche Ladung des Luftkreiſes fand er ſtets poſitiv, (S. 174,) negativ war ſie nur auf einzelne Minuten. Es war mir dies eine willkommene Beſtätigung deſſen, was ich in meinem Verſuche über die Theorie der electriſchen Erſcheinungen, S. 48, darüber geäuſsert habe. Bei ſehr tief ziehenden Wolken war die *E* meiſt o. Beim Schneien aber bemerkte der Verf. oft denſelben Wechſel zwiſchen + und — *E*, welchen Herr Lampadius beim Gewitter wahrnahm. Am 5ten Februar war die *E* bei blauem wolkenfreien Himmel negativ. Am ſtärkſten und am ſchnelleſten aus + in —, wechſelt ſie im Nebel. Hagelwetter iſt anhaltend negativ.

Herr von Buch hatte den ſinnreichen Gedanken, den Stand des Thermometers im Schatten und im Lichte zu beobachten. Es iſt merkwürdig, wie an gleich heitern Tagen bei gleicher Himmelsbläue die Sonnenkraft ungleich iſt. Ungeachtet nicht angezeigt wird, wie Herr von Humboldt dieſen Gedanken ausgeführt, ſo läſst es ſich doch von einem ſo ſorgfältigen Experimentator erwarten, daſs er einen Schatten wird gewählt haben, deſſen Dichtigkeit ſich nach der Sonnenhöhe nicht verän-

derte. Am leichteſten wäre wohl dieſer Gedanke auszuführen, wenn man zwei Thermometer neben einander der Sonne ausſetzte, von denen die Kugel des einen weiſs, die Kugel des andern ſchwarz überzogen wäre.

3. *Ueber die Entbindung des Lichts.*

Mit Vergnügen werden die Phyſiker die Reihe dieſer Verſuche, über das Leuchten des faulen Holzes, unter verſchiedenen Umſtänden überſehen, ſowohl wegen der Genauigkeit, als auch wegen der beſtimmten Reſultate. *) Kohlenſaures Gas, durch Phosphor des Sauerſtoffgas beraubt, verlöſcht den phosphoriſchen Schein; einige hineingelaſſene atmoſphäriſche Luft bringt denſelben wieder hervor. In Sauerſtoffgas leuchtet das Holz nicht ſtärker; die Abſorbtion iſt nicht ſtark, aber bald bemerkt man Kohlenſäure darin. Im reinen Stickgas, ſo wie im reinen Waſſerſtoffgas, verliſcht das Holz ſchnell; hineingelaſſene atmoſphäriſche Luft ſtellt das Leuchten wieder her. Dieſe Luftarten waren durch Phosphor ge-

*) Nicht ganz vereinbar mit den Verſuchen des Herrn v. Humboldt's iſt ein von Achard in der bis $27\frac{1}{4}$ Zoll geleerten Glocke der Luftpumpe angeſtellter Verſuch, in welcher das Holz noch einige Tage leuchtete. (*Mém. de l'Acad. de Berlin*, p. 1783, S. 99.) Etwas kann man wohl auf die ſauerſtoffreichere Atmoſphäre des Holzes rechnen, doch verdienen dieſe ſowohl, wie die übrigen Verſuche daſelbſt, nicht vergeſſen zu werden. *A.*

reinigt; damit man aber nicht die Schuld dieſes Verlöſchens der verdampften phosphoriſchen Säure geben könne, zeigte H. v. H., daſs das Holz in atmoſphäriſcher Luft, die ſtark damit angeſchwängert war, leuchte. Heiſse Luft und heiſses Waſſer vernichten das Leuchten, (zwiſchen 30 bis 32° Reaum. hört es auf zu leuchten,) im kalten Waſſer leuchtet es lange. In alkaliſcher Auflöſung verſchwindet der Glanz; im Alkohol in 6 Minuten; in allen Säuren 9 bis 12 Minuten nach dem Eintauchen. Herr von Humboldt kann wohl keine concentrirte Schwefelſäure angewendet haben, denn dieſe greift mit auſserordentlicher Schnelligkeit leuchtendes Holz an und färbt es ſchwarz, und die Stelle, worauf man es gieſst, ſenkt ſich ſogleich; es wird dadurch als ein Hydro-Carbone mit groſsem Antheile Waſſerſtoff charakteriſirt. Herr von Humboldt hat bemerkt, daſs das unterirdiſche Grubenholz nie leuchte; er glaubt dies der Abweſenheit des Lichts zuſchreiben zu können, und führt ein Beiſpiel an einem Bolzen an, deſſen oberer Theil nur ſo weit er dem Lichte ausgeſetzt war, leuchtete. Ich geſtehe aber, daſs ich nie Holz, welches fortdauernd dem Lichte ausgeſetzt geweſen war, phosphoreſciren geſehen habe, auch Herr Gärtner, *) ein ſorgfältiger Beobachter dieſer Erſcheinungen, fordert ausdrücklich Abweſenheit des Lichts. Nie

*) Scherer's *Journal der Chemie*, III. Band, S. 5.

wird das äuſserlich faule Holz leuchten; gemeiniglich muſs man bei den Hölzern ein Stück wohlerhaltenes Holz von dem leuchtenden abreiſsen, und dieſes, durch das umgebende Holz von dem Sauerſtoffgas der Atmoſphäre geſondert, kann ſo durch Fäulniſs eine Miſchung erhalten, in der es ohne vorangehende Temperatur - Erhöhung verbrennt.

4. Verſuche über das Salpetergas und ſeine Verbindungen mit dem Sauerſtoffe.

Es ſey z der Summe des in der Fontanaſchen Röhre zerſetzten Sauerſtoffgas und Salpetergas gleich; nenne ich daher das vernichtete Salpetergas x und das abſorbirte Sauerſtoffgas y, ſo iſt $z = x + y$. Es ſey m das Volumen des zur Sättigung eines Theils Sauerſtoff nöthigen Salpetergas, ſo verhält ſich $x : y = m : 1$, folglich $x + y : y$ $m + 1 : 1$ und es wird $y = \frac{z}{1 + m}$ oder $m = \frac{z}{y} - 1$.

Alles kommt hier auf die Beſtimmung von m an, und dieſes iſt bisher von den Phyſikern äuſserſt verſchieden angegeben worden. Von Lavoiſier zwiſchen 1,725 und 1,830, von Prieſtley zu 1,970, von andern bis 4,1.

Herr von Humboldt nahm daher die Arbeit noch einmahl vor, und fing damit an, die Güte des Salpetergas durch ſchwefelſaures Eiſen und oxygenirt ſalzigſaures Gas zu prüfen. In einer ge-

meinſchaftlich mit Vauquelin unternommenen Arbeit zeigte es ſich, daſs die ſchwefelſaure Eiſenauflöſung nach dem Abſorbiren aus ſalpeterſaurem Eiſen und ſchwefelſaurem Ammoniak beſtehe, weswegen ſie hier eine Zerſetzung des Waſſers annahmen. Zu bedauern iſt es freilich, daſs man hier annehmen und nicht voraus beſtimmen kann, und daſs dieſer, wie ſo mancher andere Fall, wo Ammoniak ſich bildet, noch einzeln da ſteht und keinen beſtimmten Verwandtſchaftsgeſetzen unterworfen iſt. Durch dieſe Auflöſung wird alles Salpetergas abſorbirt; doch iſt hierbei zu bemerken, daſs, wenn man die Eiſenauflöſung geſchüttelt hat, 0,02 bis 0,03 wegen des aus der Auflöſung aufgefangenen Gas abzuziehen ſind. — Herr v. Humboldt bemerkte, daſs der Phosphor in manchen Sorten Salpetergas leuchte; er zieht daraus den Schluſs, daſs ſie Sauerſtoff eingemengt enthielten, welches nicht Zeit habe, ſich mit dem Salpetergas zu verbinden, (S. 12.) Ich glaube, daſs ſich das einfacher, nicht den Verwandtſchaftsgeſetzen widerſprechend, auf eine ähnliche Art, wie Fourcroy die von Göttling gemachten Beobachtungen erklärt. Es kann ſich hier das in dem Salpetergas enthaltene Stickgas mit dem Phosphor verbinden, durch dieſe doppelte Wahlverwandtſchaft das Salpetergas zerſetzt, und ~~oxydirtes Stickgas und~~ Stickſtoff-Phosphor-Halbſäure erzeugt werden. Herr von Humboldt nahm keine Raumverminderung bei dieſem Leuchten wahr, welches ſich ſehr gut damit reimt, daſs

eine Stickſtoff-Phosphor-Halbſäure," nach ſeinen eignen Beobachtungen in einer andern Abhandlung, (S. 63 bis 81,) ſich gasförmig darſtellt. *) Ob Waſſerſtoffgas dem Salpetergas beigemengt ſey, läſst ſich nicht gut ausmachen. Das Salpetergas läſst ſich ſehr gut von gleicher Güte erhalten, wenn man die Salpeterſäure von gleichem ſpecifiſchen Gewichte, nämlich zu 17 oder 21° des Beaumé-ſchen **) Areometers, (1,132 bis 1,170,) wählt; das Salpetergasgehalt enthält dann gewöhnlich 0,13 bis 0,14 Azote. Aus den Verſuchen, die der Verf.

*) Herr von Humboldt bemerkt in dieſer Abhandlung, daſs einſt eine ſehr waſſerſtoffreiche Luftart aus einer Grube beim Erkalten Eiſen abgeſetzt, ein andermahl, (über die unterirdiſchen Wetter, S. 182,) daſs er beim Abbrennen vom Waſſerſtoffgas Zinkkalk gefunden. Dies führt ihn auf die Vermuthung, ob man nicht eben daher das Eiſen ableiten könne, das aus Feuerkugeln niederfällt. Eine Beobachtung, die den 12ten November dieſes Jahres hier von vielen gemacht wurde, (daſs eine Feuerkugel ſich plötzlich in einen breiten brennenden Feuerſtreifen auflöſte,) ſpricht ſehr für luftartige, vielleicht nur mit einer Kruſte Eiſen umgebene Beſtandtheile, in dieſen Meteoren. *A.*

**) Da ſehr viele franzöſiſche Chemiſten ſich noch immer dieſes Areometers bedienen, ſo glaube ich, daſs es vielen willkommen ſeyn möchte, die Grade des Beaumé-ſchen Areometers auf die zugehörigen ſpecifiſchen Gewichte reduciren zu können. Folgende Tabelle giebt zum Behufe dieſer Reduction

mit Sauerſtoffgas anſtellte, erhielt er, nach nöthiger Reduction, $m = 2{,}82$, welches gar ſehr von dem gewöhnlichen 1,72 abweicht. Er vermiſste indeſſen hier oft die ſchöne Uebereinſtimmung, an

Nicholſon, in ſeinem *Journ. of natur. phil.*, I, 39, zufolge einiger von ihm und von Guyton angeſtellten Verſuche.

Bei 10° Reaum. oder 55° Fahr. entſprechen

Grade an Beaumé's Areometer für Salze.	einem ſpecifiſchen Gewichte von	Grade an Beaumé's Areometer für geiſtige Flüſſigkeiten.	einem ſpecifiſchen Gewichte von
0	1,000	10	1,000
3	1,020	11	0,990
6	1,040	12	0,985
9	1,064	13	0,977
12	1,089	14	0 970
15	1,114	15	0 963
18	1,140	16	0,955
21	1,170	17	0,949
24	1,200	18	0,942
27	1,230	19	0,935
30	1,261	20	0,928
33	1,295	21	0,922
36	1,333	22	0,915
39	1,373	23	0,909
42	1,414	24	0,903
45	1,455	26	0,892
48	1,500	28	0,880
51	1,547	30	0,867
54	1,594	32	0,856
57	1,659	34	0,847
60	1,717	36	0,837
63	1,779	38	0,827
66	1,848	40	0,817
69	1,920		
72	2,000		

die er ſonſt bei der atmoſphäriſchen Luft gewöhnt war; er fand auch, daſs künſtliche Luftgemiſche, mit gleichem Antheile Sauerſtoff, ſich ganz anders verhielten, wie atmoſphäriſche Luft. Dies veranlaſste ihn, eine zweite Verſuchsreihe mit atmoſphäriſcher Luft zu machen, wobei m zwiſchen 2,5 und 2,6 ſchwankte. Daraus folgt, daſs 2,55 Salpetergas dazu gehören, um 1,00 *) Sauerſtoffgas zu abſorbiren. Nach dieſem Werthe von m und nach der Formel $y = \frac{z}{1+m}$ iſt die folgende Tabelle berechnet, die ſicher jedem willkommen ſeyn wird, der das Eudiometer braucht.

Abſorbirtes Volumen = z.	Sauerſtoff = y.	Rückſtand.
109°	0,307	91
108	0,304	92
107	0,301	93
106	0,298	94
105	0,295	95
104	0,293	96
103	0,290	97
102	0,287	98
101	0,284	99
100	0,281	100
99	0,278	101
98	0,276	102
97	0,274 **)	103
96	0,270	104
95	0,267	105
94	0,264	106

*) Im Originale ſteht 0,01, ſo wie überhaupt ſehr viele Zahlen und Nahmen, ja, ganze Perioden, verdruckt ſind. *A.*

**) 0,273. *A.*

Abſorbirtes Volumen = z.	Sauerſtoff = y.	Rückſtand.
93	0,261	107
92	0,259	108
91	0,256	109
90	0,253	110
89	0,250	111
88	0,247	112
87	0,245	113
86	0,242	114
85	0,239	115
84	0,236	116

Der Leſer empfängt hier den Beſchluſs meines Auszugs der ſchönen Abhandlungen Humboldts über die Zerlegung des Luftkreiſes, die vor einiger Zeit in Braunſchweig erſchienen ſind, zum Theil aber ſchon Auzugsweiſe früher bekannt wurden. Die dahin gehörigen Abhandlungen finden ſich im erſten Bande der Annalen, S. 457 bis 458, ferner S. 501 bis 514; im zweiten Bande, S. 221 bis 224; hier endlich die dem Phyſiker intereſſanteſten Reſultate aus den übrigen Abhandlungen. Jede Wiſſenſchaft hat ihren eignen Standpunkt, von wo aus ſie die Wichtigkeit der Unterſuchung beurtheilt: aber der Einzelne hat auch wiederum ſeinen eignen Standpunkt; ein Auszug für eine beſondere Wiſſenſchaft kann daher weder vollkommen ſeyn, noch vollkommen beurtheilt werden, ungeachtet jeder das Bedürfniſs deſſelben fühlt. *L. A. v. Arnim.*

VIII.

NACHTRAG

zu den vorhergehenden Abhandlungen

des

Herrn von Humboldt's.

Ueber einige bisher nicht beachtete Urſachen des Irrthums bei Verſuchen mit dem Eudiometer;

von

L. A. v. Arnim.

Die Luft in Paris, ſo wie die von Garnerin mitgebrachte, enthielt, nach des Herrn von Humboldt's Unterſuchung, 0,008 bis 0,01 kohlenſaures Gas, die erſtere 0,276, die letztere nur 0,259 Sauerſtoffgas. Herr v. Humboldt macht auf dieſen groſsen Unterſchied in Rückſicht des Sauerſtoffgehalts und auf die Menge Kohlenſäure beſonders aufmerkſam; *) aber er vergiſst hier, wenn ich nicht irre, wie alle, die ſich bisher mit eudiometriſchen Unterſuchungen beſchäftigten, einen Umſtand von Wichtigkeit, nämlich die Temperatur-Verſchiedenheit der Luft an dem Orte, wo die Luft eingeſammelt worden, und ihre Expanſions-Verſchiedenheit eben daſelbſt. Ich muſs hier an die

*) A. a. O., S. 256.

Prieurſchen Verſuche, (*Journ. polytechn.* C. II,) *) über die eigenthümliche Ausdehnung der verſchiedenen Gasarten bei gleichen Graden der Wärme, und beſonders an die ausgezeichnet gröſse Ausdehnung des Stickgas erinnern. Das Stickgas hat, nach dieſen Verſuchen, in Verhältniſs zu der atmoſphäriſchen Luft, die es mit dem Sauerſtoffgas hauptſächlich zuſammenſetzt, eine gröſsere Ausdehnungsfähigkeit durch die Wärme, als dieſes. Im Eudiometer erhalten wir auf verſchiedenen Wegen Stickgas; das Sauerſtoffgas wird zerſetzt; geſchieht daher die Unterſuchung einer Luftart nicht bei derſelben Temperatur, wo ſie eingeſammelt, ſondern in einer wärmern, ſo werden alle Unterſuchungen zu viel Stickgas in Verhältniſs zum Sauerſtoffgas angeben. Es iſt dieſe Bemerkung in mehrerer Rückſicht von Einfluſs. Zuerſt für die Eudiometrie ſelbſt; nicht etwa bloſs wegen der Garneriniſchen Luftunterſuchung allein, die in der wärmern Pariſer Atmoſphäre vorgenommen wurde, ſondern überhaupt in Rückſicht aller Eudiometer-Verſuche im Winter, die in der warmen Stube angeſtellt werden. Ich weiſs nicht, wie Herr von Humboldt ſeine trefflichen ſalzburger meteorologiſchen Unterſuchungen angeſtellt hat, es ſollte mir aber ſehr leid thun, wenn dieſer Schatz von Beobachtungen dadurch an

*) Prony *architecture hydraulique*, à Paris 1796, T. II, p. 152 — 196.

Richtigkeit verlöre. — Für die Meteorologie überhaupt ist ferner jene Bemerkung von Einfluss, indem, nach derselben, wenn anderweitige Umstände es nicht hinderten, durch erhöhte Temperatur der Atmosphäre ihr Sauerstoffgehalt vermindert erscheinen müsste. Wenn man deswegen die Humboldtschen Beobachtungen durchsieht, so findet man ungefähr eben so viele, wo dies der Fall war, als wo der entgegengesetzte eintrat. Dem Meteorologen bleibt daher die Untersuchung, durch welchen Prozess in den entgegengesetzten Fällen das Sauerstoffgas vermehrt wurde. — Der Luftdruck kommt bei Eudiometer-Versuchen, insbesondere bei solchen, wie die Humboldtschen über eine Luft, in der das Barometer 4 Zoll niedriger als in Paris stand, und wegen der ungleichen Zusammendrückung der Luftarten durch gleiche drückende Lasten, in Betracht. Zwar haben wir nur Versuche, die diese Verschiedenheit beweisen, ohne Versuche zu haben, die diesen Unterschied bestimmen; so viel ist aber gewiss, dass, je nachdem das Stickgas, welches im Eudiometer abgeschieden wird, in Verhältniss zu der atmosphärischen Luft eine grösere oder geringere Compressibilität hat, durch den grösern Luftdruck zu Paris der Sauerstoffgehalt grösser oder geringer angegeben wird. — Die Rechnung des Herrn von Humboldt, (S. 163,) nach welcher der mittlere Sauerstoffgehalt der Luft im December viel geringer als im April ist, widerspricht der Meinung einiger Physiker, die den grösern Reiz der Win-

terluft auf die Lungen von gröſserm Sauerſtoffgehalte derſelben herleiten. Vielleicht, wenn ich nicht irre, ſo wird der Fehleranſchlag für die Eudiometer im Winter ihre Meinung wenigſtens in dieſer Rückſicht rechtfertigen. Auch dem Aſtronomen kann jene Bemerkung über Hrn. v. Humboldt's Unterſuchung nicht gleichgültig ſeyn, da, nach Hrn. Kramp, (in ſeiner *Analyſe des réfractions aſtronomiques*, Leipz. 99, S. 29,) die beſte Tafel über die Strahlenbrechung von Bradley mit der Annahme einer beſtändigen ſpecifiſchen Elaſticität, wie er ſie nennt, der Luft in jeder Höhe am beſten übereinſtimmt, nach der Analyſe des Herrn von Humboldt's hingegen, dieſe durchaus nicht hätte beſtehen können. Da die Oxyanthrakometrie mit allem Fug einen Platz in der Eudiometrie behauptet, ſo iſt es wohl nicht am unrechten Orte, auf einen Verſuch aufmerkſam zu machen, wodurch die Vermuthung des Hrn. v. Humboldt's, (über die unterirdiſchen Gasarten, S. 169,) daſs es eine überſaure, oder vollkommne Kohlenſäure gebe, geprüft werden könnte. Man wäge nämlich die Menge von Kalkerde, die aus dem Kalkwaſſer durch gleiche Volumina von verſchiednen Sorten Kohlenſäure niedergeſchlagen wird; denn Säuren, die man auf ein gleiches ſpecifiſches Gewicht gebracht, laſſen ſich am beſten durch die Menge des zu ihrer Sättigung nöthigen Stoffs unterſcheiden.

Sollte der Verſuch einen Unterſchied zeigen, ſo wäre das Lichtenbergiſche *) Verzeichniſs der auf Meter oder Meſſer ſich endigenden Namen um einen vermehrt, um einen Kohlenſäure - Güte-Prüfungs-Meſſer. Ein nothwendigeres Werkzeug zur Luftprüfung wäre wohl ein Feuchtigkeitsmeſſer der Luft, da die gewöhnlichen Hygrometer, aus bekannten Gründen, aller von Sauſſüre angewendeten Mühe ungeachtet, dies nicht leiſten können. Herrn v. Humboldt's Vorſchlag, die Flaſchen zu erwärmen und dann ſchnell zu erkälten, (über unterirdiſche Gasarten, S. 148,) leiſtet, wenn ich nicht irre, nicht viel mehr, da auch aus der kälteſten Luft durch Entbindung der Gasarten, (z. B. Fluſsſäure, ſalzige Säure,) die des Waſſers zu ihrer Darſtellung in tropfbar-flüſſiger Geſtalt bedürfen, Waſſer abgeſchieden wird. Dieſe Luftarten würde ich aber am tauglichſten zu dieſem Geſchäfte der Waſſerabſcheidung finden; gleiche Volumina der zu prüfenden und der prüfenden Luft in dem mit Queckſilber gefüllten Humboldtſchen Eudiometer vermiſchen; die Vermiſchung bis zu einem beſtimmten Punkte erkälten; und aus der Verminderung des Volumens, nach den dazu nöthigen Erfahrungen, auf den Waſſergehalt ſchlieſsen.

*) Ich glaube immer, daſs ſich Experimental-Phyſik am beſten nach einem ſolchen Verzeichniſſe von Metern entwickeln lieſse. A.

IX.

EINIGE BEMERKUNGEN
über die Atmoſphäre der Erde, der Sonne und der übrigen Planeten,

von

DANIEL MELANDERHJELM,
Profeſſor der Aſtronomie zu Upſala. *)

Zu den intereſſanten Beobachtungen, womit Herr Oberamtmann und Aſtronom Schröter in Lilienthal die Sternkunde bereichert hat, gehört auch die Beobachtung der weit entfernten Lichterſcheinung, welche er am 28ſten Jun. 1795 mit ſeinem 27füſsigen Reflector von 20 Zoll Oeffnung, im Ophinchus, in der Gegend der Sterne ν und ζ der Schlange, zufällig wahrnahm; eine Erſcheinung, die ſeiner Vermuthung nach über tauſend Meilen von der Erdfläche entfernt ſeyn mochte. **)

Da

*) Aus den *königl. Vetenſkaps Academiens nya Handlingar*, 1. Quart., Stockh. 1798, von Herrn Adjunct Droyſen in Greifswald ins Teutſche übertragen.

**) Eine Beſchreibung dieſer merkwürdigen Lichterſcheinung und Vermuthungen darüber, welche Herr Schröter der Stockholmer Akademie der Wiſſenſchaften überſandt hatte, iſt, ins Schwediſche überſetzt, in ihren Verhandlungen abgedruckt; und dazu gehören Melanderhjelm's Bemerkungen

Da dieſe Erſcheinung dennoch wahrſcheinlich in der Atmoſphäre unſrer Erde vorging, ſo muſs dieſe eine ungleich gröſsere Höhe haben, als bisher

kungen als ein Anhang. Nach Herrn Schröter's Erzählung, in den Götting. gel. Anzeigen, 1796, Stück 32, muſterte er gerade damahls durch ſeinen Reflector, bei 183mahliger Vergröſserung und einem Geſichtsfelde von 15 Minuten, jene ſternreiche Gegend des Schlangenträgers. Des hellen Mondſcheins ungeachtet war das Feld eine halbe Stunde lang nie von ſehr feinen matten Sternchen leer, die mit ſchwächern Teleſkopen nicht bemerkbar geweſen wären. Während dieſer Beobachtung zog ſich plötzlich um 11 Uhr 15 Minuten ein äuſserſt feines und mattes, einer ſehr entfernten ſogenannten Sternſchnuppe ähnliches Lichtpünktchen, von oben nach unten mitten durch das ganze Feld, ſo daſs es ſich von Südoſt gegen Nordweſt aufwärts bewegte, und durchlief höchſtens in 1 Sekunde Zeit das ganze Geſichtsfeld. Dieſe weit entfernte Lichtmaſſe hatte mit den ſehr feinen Sternchen, die gerade im Fernrohre ſtanden, ein gleich mattes, äuſserſt ſchwaches Licht, und keinen gröſsern Durchmeſſer als dieſe kleinſten unter den teleſkopiſchen Sternchen. Sie ſtrich durch das Geſichtsfeld deutlich, aber ſo fein, und in milchfarbig gräulichem Lichte, als wäre es keine Entzündung in unſrer Atmoſphäre, ſondern eine ätheriſche Lichterſcheinung in einem äuſserſt entfernten Himmelsraume.

Daſs dergleichen Lichterſcheinungen, die nur zufällig mit ſtark bewaffnetem Auge wahrgenom-

angenommen ward, und Herr Schröter sieht sich veranlasst, sie, sowohl dieser Erscheinung, als anderer angeführter Gründe wegen, für einige tausend Meilen über der Erdoberfläche erhaben zu halten.

men werden, in Entfernungen, die unsre bisherigen Vorstellungen weit übertreffen, vor sich gehn, das war Herrn Schröter, wie er bemerkt, schon durch die beiden merkwürdigen Lichtsprudel wahrscheinlich geworden, die er durch einen ähnlichen glücklichen Zufall im Oktober 1789, als er eben die Nachtseite des Mondes betrachtete, um 5 Uhr Morgens, mitten vor dem *Mare imbrium*, mitten im Felde seines lichtstarken 7füfsigen Reflectors, plötzlich entstehn sah, und die er in seinen selenotopographischen Fragmenten, S. 592 u. f., beschreibt Sie bestanden aus vielen einzelnen kleinen Lichtfunken, die jedoch bei 161mahliger Vergröfserung noch eine merkliche Gröfse und ein eben so weifses helles Licht als der erleuchtete Theil des Mondes hatten. Sie bewegten sich insgesammt nach Norden über den dunkeln Theil der Mondscheibe, und dann noch weiter bis an das Feld des Fernrohrs fort, und durchliefen diesen 5 Minuten grofsen Raum etwa in 2 Sekunden Zeit. Als der erste Lichtsprudel diesen Weg ungefähr halb zurück gelegt hatte, entstand an derselben Stelle, von welcher er ausgegangen war, nur etwas östlicher, ein zweiter, dem vorigen, noch sichtbaren, völlig ähnlicher, Lichtsprudel, von völlig gleichen kleinen, weifsen Lichtfunken, welche in eben der Richtung bis an das Ende des Gesichtsfeldes fortzogen. Nach 4 Sekunden war die ganze Erscheinung vor-

Da die Dämmerung davon herrührt, dafs Sonnenlicht, welches gegen die unendliche Menge kleiner und feiner Theile der Atmofphäre ftöfst, noch nach Sonnenuntergang durch Brechung auf

bei, ohne dafs fich weiter die geringfte Spur davon zeigte. Schon damahls fchlofs Herr Schröter, dafs diefe Lichterfcheinung in einer Entfernung von der Erdfläche entftanden fey, die unfre bisherigen Begriffe von der Extenfion unfrer Erdatmofphäre weit übertrifft Noch viel mehr bewies das aber die Lichterfcheinung im Schlangenträger, die in dem weit lichthellern 27füfsigen Reflector nicht mehr Licht, als der in Sternchen aufgelöf'te Schimmer der Milchftrafse hatte, und auch nicht gröfser fchien, als fo ein entferntes Sternchen derfelben.

Wahrfcheinlich, fagt Herr Schröter, gehören diefe Lichterfcheinungen zu dem, was man Glanzkugeln oder Sternfchüffe nennt, nur dafs fie in unglaublichen Entfernungen vor fich gehn. Am 12. Nov. 1791 beobachteten Morgens um 6 Uhr 39 Minuten zu gleicher Zeit Lichtenberg in Göttingen und Herr Schröter in Lilienthal eine der gröfsten und helleften Erfcheinungen folcher Art. Erfterm zeigte fie fich fpindelförmig, 6 Bogenminuten breit und 8 bis 9 Grade lang; und diefem erfchien fie mit einem fo ftarken, blitzähnlichen Lichte, dafs er einen Donner erwartete. Und doch ergab fich aus einer obenhin angeftellten Vergleichung der Beobachtungen, dafs fie, in einer fenkrechten Höhe von ungefähr 4 geogr. Meilen über der Erdfläche, fenkrecht über Weftphalen weggegangen,

die Erde herabkommt, und ihr das Licht, wodurch die Luft erleuchtet wird, mittheilt; dieſes Licht aber immer mehr und mehr geſchwächt wird, je tiefer die Sonne unter den Horizont ſinkt, und ganz aufhört, wenn die Sonne gewiſſe Grade unter demſelben ſteht: ſo hat man darin eine Methode zu finden geglaubt, die Höhe der Atmoſphäre zu meſſen, weil das letzte Sonnenlicht, welches die Dämmerung verurſacht, auf die Grenze der Atmoſphäre fallen müſſe. Könnten dann Beobachtungen beſtimmen, wie tief die Sonne unter dem Horizonte ſteht, wenn die Dämmerung aufhört; ſo wäre es eine leichte trigonometriſche Aufgabe, hieraus zu berechnen, wie hoch die Grenze der Atmoſphäre über der Erdfläche erhaben iſt.

* und 12 bis 16 Meilen umher geſehn worden ſey, wiewohl man ſie viel weiter hätte wahrnehmen können.

Dürfte man nun mit einiger Wahrſcheinlichkeit ſchlieſsen, daſs Glanzkugeln in dem Verhältniſſe entfernter wären, in welchem ſie kleiner und matter ausſehn, ſo folgte für die Lichterſcheinung im Ophiuchus, die kaum eine halbe Sekunde betragen mochte und ſo äuſserſt matt war, eine Entfernung von einigen tauſend Meilen. Und dieſe iſt Hefr Schröter in ſeiner Abhandlung in der That geneigt ihr beizulegen; beſonders wenn er noch den kleinen Bogen bedenkt, den ſie in einer Zeitſekunde durchlief.

d. H.

Einige Aſtronomen, wie Halley, Keil, Monnier u. A., haben dieſe Methode aus einander geſetzt, und dabei angenommen, alle Dämmerung höre auf, wenn die Sonne 18° unter dem Horizonte ſteht. Dem zu Folge könnte ſich die Höhe der Erd-Atmoſphäre nicht weiter erſtrecken, als daſs ihre Grenze ungefähr 6 ſchwed. Meilen rundum von der Oberfläche der Erde entfernt wäre. Auch müſste das Licht nur durch eine einzige Zurückwerfung von der Grenze der Atmoſphäre in das Auge des Zuſchauers fallen; und da es vielleicht erſt nach mehrern Zurückwerfungen in das Auge gelangt, ſo würde dann die Höhe der Atmoſphäre ſelbſt noch geringer als die angegebene ſeyn. Allein es iſt unmöglich, ein genaues Urtheil über das wahre Ende oder den wahren Anfang der Dämmerung zu fällen, und dies um ſo mehr, da das Sonnenlicht, noch lange, nachdem die Sonne 18° unter den Horizont geſunken iſt, die übrigen Theile der ſehr verdünnten Atmoſphäre erleuchten kann, ohne daſs darum dieſes ſchwache Licht die Oberfläche der Erde zu erreichen und durch die dichter werdende Atmoſphäre hindurch zu dringen brauchte. Da nun die Sonne ungefähr 18 Grade unter dem Horizonte ſeyn muſs, ehe ihre Strahlen auf die Oberfläche der Erde zu fallen aufhören; ſo muſs ihre Tiefe noch viel gröſser ſeyn, und zwar in einem viel gröſsern Verhältniſſe, als die wachſenden Höhen zunehmen, ehe ihre Strahlen aufhören, die höchſten Theile der Atmoſphäre zu treffen.

Die Beobachtungen, die man über den Nordſchein angeſtellt hat, um die Höhe deſſelben aus ſeiner Parallaxe zu beſtimmen, geben alle dem Nordſcheine eine Entfernung von 100 ſchwed. Meilen und darüber von der Erdfläche. Da dieſes Phänomen aber nur in der Erd-Atmoſphäre entſtehen und fortdauern kann, ſo muſs die Höhe der Atmoſphäre wenigſtens jener gleich ſeyn.

Ein anderer und ſicherer Schluſs lieſse ſich über die Höhe unſrer Erd-Atmoſphäre aus dem Verdichtungsgeſetze der Luft herleiten, nach welchem ihre Dichtigkeit in ungleichen Höhen über der Erdfläche in Verhältniſs mit dem Drucke der darüber ſtehenden Atmoſphäre ſteht. Durch vielfältige Verſuche iſt die Richtigkeit dieſes Geſetzes von Newton, Mariotte, Deſaguilier, Bouguer, Cotes u. A. beſtätigt worden. *) Zwar nimmt Thom. Simpſon ein, in etwas von dem angeführten abweichendes, Geſetz der Verdichtung der Atmoſphäre in ſeiner Unterſuchung zur Beſtimmung der Strahlenbrechung an; aber auſserdem, daſs das vorhergehende Geſetz durch vielfältige Erfahrungen ſo gut als beſtätigt iſt, wird auch der Unterſchied zwiſchen dieſem Geſetze und dem Simpſon's ſo geringe, daſs die Folgerungen aus beiden für die gegenwärtige Unterſuchung als überein-

*) Doch aber nur höchſtens bis zu einer achtfachen Verdünnung, und nicht weiter. d. H.

ſtimmend anzuſehen ſind. Nimmt man das vorige Geſetz, und mit ihm zugleich an, daſs die Central-Kraft der Theile der Atmoſphäre gegen den Mittelpunkt der Erde unveränderlich ſey, (welches man wohl annehmen kann, da die Entfernungen von der Oberfläche der Erde nicht groſs ſind;) ſo findet man, wie ich in einer Unterſuchung an einem andern Orte gezeigt habe: daſs, wenn man zu den ungleichen Höhen der Luftſchichten über der ſphäriſchen Oberfläche der Erde als Abſciſſen, die verhältniſsmäſsige Dichtigkeit jeder Schicht als ſenkrechte Ordinaten aufträgt, die dadurch beſtimmte Curve logarithmiſch iſt. — Bouguer nahm in ſeiner Optik gleichfalls ein ſolches Centripetal-Geſetz an, und fand umgekehrt, daſs, wenn er annahm, die Dichtigkeiten der Atmoſphäre wären den Ordinaten der logarithmiſchen Curve proportional, die durch Verſuche beſtimmten Dichtigkeiten damit übereinſtimmten.

Hierbei iſt aber zu bemerken, daſs dieſe Verſuche nur in ſolchen Entfernungen von der Oberfläche der Erde gemacht werden können, deren Unterſchied, in Rückſicht auf die Entfernung vom Mittelpunkte der Erde, ſo geringe iſt, daſs er für die Verſuche ſelbſt unmerklich wird. Iſt dagegen die Frage von der Abnahme der Dichtigkeiten der Luft dem Geſetze der Schwere in groſsen und zunehmenden Entfernungen von der Oberfläche der Erde gemäſs; ſo wird der Unterſchied zwiſchen die-

ſen Dichtigkeiten und denen, welche dem in der Natur wirklich herrſchenden Geſetze der Schwere gemäſs berechnet ſind, ſehr merklich. Deswegen habe ich an eben dem Orte jenes Problem auch dem herrſchenden von Newton entdeckten Geſetze der Schwere gemäſs aufgelöſt, und gefunden, daſs, wenn die Dichtigkeiten unſrer Atmoſphäre vom Mittelpunkte der Erde in geometriſchem Verhältniſſe abnehmen, die dieſem Geſetze gemäſs dazu gehörigen Entfernungen vom Mittelpunkte der Erde in einem harmoniſchen Verhältniſſe zunehmen müſſen. Dieſer Schluſs trifft auch mit dem, was Newton in den *Princip. phil. natur. mathem.*, Lib. II, Prop. 22, ſynthetiſch erwieſen hat, überein.

Aus dieſer Unterſuchung folgt nun erſtens, daſs die Atmoſphäre unſrer Erde unbegrenzt iſt; *) und zweitens, daſs ihre Dichtigkeit in einem ſehr groſsen Verhältniſſe abnimmt. **) Um dieſes Abneh-

*) In ſo fern nämlich die logarithmiſche Linie die Abſciſſenlinie nicht ſchneidet, ſondern ſich ihr ohne Ende nähert, gehört für jede noch ſo groſse Abſciſſe immer eine Ordinate; alſo, (wenn man nur nach Analogie ſchlieſsen dürfte,) zu jeder noch ſo groſsen Entfernung von der Erde immer eine Dichtigkeit der Luft. *d. H.*

**) Beide Ausſagen ſetzen indeſs immer die Gültigkeit des Mariottiſchen Geſetzes für ſehr groſse Verdünnungen, ja die erſte ſelbſt bis ins Unendliche,

men beſtimmen zu können, muſs man an zwei Orten Verſuche anſtellen, dicht an der Oberfläche der Erde, und in einer von der Oberfläche der Erde gegebenen Entfernung. Aus ſolchen, beſonders von Bouguer auf den hohen Bergen Peru's angeſtellten Verſuchen, hat man geſchloſſen, daſs die Dichtigkeit unſrer Erd-Atmoſphäre in einer Entfernung von 2 ſchwed. Meilen von der Oberfläche der Erde viermahl geringer iſt, als nahe an der Oberfläche. Dem gefundenen Geſetze zufolge, nach welchem die Dichtigkeit abnimmt, müſste dann die Dichtigkeit der Luft in Höhen von 4 Meilen 16mahl, von $8\frac{1}{2}$ Meilen 256mahl, von 19 Meilen 65536mahl, und von 39 Meilen 4300000000mahl geringer, als an der Oberfläche der Erde ſeyn, u. ſ. w. Die Verdünnung der Atmoſphäre wird alſo in zunehmender Entfernung ganz auſserordentlich wachſen, und in der Entfernung, worin ſich der Mond von der Erde befindet, ſo groſs ſeyn, daſs das Verhältniſs der Dichtigkeit der Atmoſphäre in der Entfernung des Mondes, zu der an der Oberfläche der Erde, nur durch eine ſehr groſse Reihe Zahlen ausgedruckt werden kann, und daſs der Widerſtand,

voraus; eine Vorausſetzung, woran mehrere Phyſiker, ſo wie an den hier darauf gebauten Folgerungen, mit Recht Anſtoſs nehmen möchten, und die ſich durch keine Analogie mit der logarithmiſchen Curve und ähnlichen Vorſtellungen, in die man zuvor ſchon das hineinlegt, was man wieder daraus folgert, rechtfertigen laſſen dürfte. *d. H.*

den die noch zur Erd-Atmosphäre gehörige Luft der Bewegung des Mondes leistet, wegen dieses hohen Grades der Verdünnung, so geringe seyn muss, dass er in Millionen Jahren nicht einmahl merklich, oder durch Beobachtungen in der Zeit gefunden werden kann.

Die Dichtigkeiten der Luft nehmen in gleichen Entfernungen von der Oberfläche der Erde in einem gröfsern und ausnehmend mehr wachsenden Verhältnisse ab, wenn man die Schwere der Lufttheilchen in allen Entfernungen gleich setzt, als unter dem Newtonschen Gesetze der Schwere; vorausgesetzt, dass man die die Erde umgebende Luftmasse in beiden Fällen ganz gleich annimmt. Ist z. B. im letztern Falle die Dichtigkeit der Luft in einer Höhe von $8\frac{1}{2}$ Meile 256mahl geringer als an der Erdoberfläche, so wird sie im erstern Falle schon in einer Höhe von 8 Meilen diese Dichtigkeit haben, oder 256mahl dünner seyn, als an der Oberfläche, u. s. w.

Auch die Dichtigkeiten der Atmosphären der Sonne, des Mondes und der übrigen Planeten nehmen wahrscheinlich mit zunehmender Entfernung von den Mittelpunkten dieser Körper auf dieselbe Art, und nach demselben Gesetze ab, weil das Mariottische Gesetz, (wonach die Dichtigkeit der Atmosphäre in Verhältnifs mit dem Gewichte oder Drucke der oben aufliegenden Luftschichten steht,)

aller Wahrscheinlichkeit nach, unserm ganzen Planetensysteme gemein ist; und weil auch die Schwerkraft in demselben durchgängig im verkehrten Verhältnisse der Quadrate der Entfernungen vom Mittelpunkte des Himmelskörpers steht. Denn, was das erste betrifft, so kann man wohl annehmen, dass die ganze Masse der Atmosphären, die in unserm Planetensysteme gefunden wird, in Rücksicht der zurückstossenden oder Federkraft der Lufttheilchen, gegen einander von einerlei Beschaffenheit sey. Und wenn sich gleich die Sonne und die übrigen Planeten in ungleichen Zeiten, sowohl gegen einander, als gegen die Erde gerechnet, um ihre Achse drehen, und daher auch die Centrifugal-Kraft in gleichen Entfernungen vom Mittelpunkte verschieden seyn muss; und wenn sie ferner wegen ihrer ungleichen Masse ungleiche Anziehung haben: so sieht man doch leicht, dass diese beiden Umstände die Eigenschaft der Masse der Atmosphäre, dass sie in Verhältniss des sie zusammendrückenden Gewichtes verdichtet werde, nicht ändern können. Wenn man nun dieses Gesetz zugleich mit dem in unserm Planeten-Systeme geltenden Gravitations-Gesetze annimmt, so folgt daraus eben so, wie wir oben bei der Erd-Atmosphäre gesehen haben, dass, wenn die Entfernungen vom Mittelpunkte der Sonne oder der andern Planeten in einer harmonischen Reihe zunehmen, die entsprechenden Dichtigkeiten der Atmosphären in geometrischer Proportion abnehmen müssen. Daraus sieht man, dass auch die

Atmoſphären der Planeten, ſo wie der Sonne, in zunehmenden Entfernungen auſserordentlich verdünnt werden, ſo daſs, weil die Sonnen-Atmoſphäre an der Oberfläche der Sonne 784mahl dünner ſeyn muſs, als die unſrer Erde, an der Erdfläche (?), ihre Dichtigkeit, in der Entfernung Merkurs von der Sonne, ſo unmerklich werden muſs, daſs ihr Widerſtand nicht in Millionen Jahren den Merkur, und noch weniger die übrigen Planeten, um ein merkliches retardiren kann.

Aus eben dem Grunde, warum die Erde unter den Polen abgeplattet iſt, muſs auch die die Erde umgebende Luft, der Dunſtkreis, der ſich in gleicher Zeit mit der Erde um ihre Achſe drehet, durch die vereinigte Wirkung der Centrifugal- und Schwerkraft, die Geſtalt eines Sphäroids annehmen. Sie muſs alſo über dem Erdäquator am höchſten, und unter den Polen am niedrigſten ſeyn.

In der *Svenſka Aſtronomien*, T. I, p. 244, habe ich gefunden, daſs die Centrifrugal- und Schwerkraft der Theile der Erd-Atmoſphäre, bei einer Entfernung von 3354 ſchwed. Meilen von der Erdoberfläche, gleich ſind. Die flüſſige Materie, welche ſich vielleicht über dieſer Höhe befindet, wird daher gar keinen Druck weiter auf die unterliegende Atmoſphäre ausüben können. Dem zufolge kann man alſo die Erd-Atmoſphäre als in ein

Sphäroid eingeschlossen ansehen, dessen halbe grosse Achse 3952 schwed. Meilen beträgt, und diese Höhe der Erd-Atmosphäre stimmt beinahe mit der überein, welche Herr Schröter aus seinen beobachteten Erscheinungen herleiten will.

Daraus könnte man auch die Modification in dem angeführten Verdichtungsgesetze der Atmosphäre herleiten, dass, wenn es gleich bei allen nahe an der Erde angestellten Versuchen gilt, es doch bei stark wachsenden Entfernungen von der Erde sehr grosse Veränderungen erleiden kann. Denn wenn gleich, bei der angenommenen Grenze von 3354 Meilen, jeder weitere Druck aufhört, so muss doch auch weiterhin einige Dichtigkeit, so geringe sie auch seyn mag, in der Atmosphäre statt finden; wozu auch noch das kommt, dass die zurückstossende Kraft der Luft, ihrer grösern Ausdehnung gemäss, immer schwächer werden, und endlich ganz aufhören muss. Der Schluss, dass die Atmosphäre der Erde sich bei einer so grossen Verdünnung, wie die angeführte ist, unendlich weit erstreckt, leidet hierdurch auch eine Einschränkung; und so erhält die eben erwähnte Folgerung, dass die Erd-Atmosphäre ein Sphäroid, wie das beschriebene sey, noch grössere Wahrscheinlichkeit.

Dann aber entsteht die Frage: ob man den ganzen Raum zwischen diesen sphäroidischen Atmo-

ſphären der Sonne und der Planeten, ſo wie den ganzen Raum zwiſchen den Atmoſphären der vielen Millionen Planeten-Syſteme, die in der Schöpfung gefunden werden, als völlig leer, oder mit einer ſo dünnen Materie angefüllt, ſich denken ſoll, daſs ihre ganze, bis zu einem feſten Körper zuſammengedrückte Maſſe, in einem unendlich kleinen Verhältniſſe zu dem ganzen übrigen Raume ſtehe, und alſo in dieſem Falle auch als völlig leer zu betrachten iſt. Sowohl ältere als neuere Philoſophen haben ſich nicht vorſtellen können, daſs dieſer ganze Weltraum eine abſolute Leere enthalten ſollte, und haben ihn daher mit einer ſehr feinen Materie, die ſie Aether nennen, erfüllt. Einige von ihnen machten ſich vom Aether den Begriff, daſs er bloſs eine Materie ſey, die den ſonſt leeren Raum zwiſchen den himmliſchen Körpern und deren Atmoſphären einnehme; andere, daſs dieſe Materie von derſelben Art, wie die Luft ſey, und eine beinahe unendliche Ausdehnungskraft beſitze, vermöge der ſie den Himmelsraum erfülle. Es würde zu weitläufig werden, alle die verſchiedenen Meinungen hierüber aufzuſtellen. Er entgeht unſern Sinnen, und raubt uns ſo die Gelegenheit, Verſuche anzuſtellen, um über die Natur deſſelben urtheilen zu können.

Einige Umſtände ſcheinen dennoch einige, wiewohl wenig überzeugende Gründe für das Daſeyn einer ſolchen feinen Materie, die verſchieden von

der Luft ist, und sich dennoch mit derselben vereinigt, darzubieten. Wenn man die Luft aus einem Recipienten auspumpt, so scheint sich doch darin noch eine andere Materie zu befinden, weil man verschiedene Wirkungen gewahr wird. Newtons Beobachtungen gemäfs theilt sich die Wärme eben so wohl durch die Leere als durch die Luft mit, und er konnte sich das nur durch eine zwischentretende Materie als möglich vorstellen. Diese Materie mufste so dünne seyn, dafs sie des Glases und aller Körper Zwischenräume durchdringen und durch alle Räume verbreitet seyn könnte. Wenn Newton das Daseyn einer solchen Materie annahm, so vermuthete er, dafs sie nicht nur weit dünner und flüssiger als die Luft sey, sondern dafs sie auch eine weit gröfsere Elasticität habe. Aus dem Drucke dieser Materie scheint er die Schwere der Körper gegen einander, und aus ihrer Elasticität die Elasticität der Luft herleiten zu wollen. Doch stellt er dies alles nur als problematisch auf.

Und in der That ist alles, was auf mancherlei Art über diesen Aether gesagt worden ist, mit Recht unter die blofsen Muthmafsungen zu zählen. Das Einzige, was sich mit Wahrscheinlichkeit darüber sagen liefse, wäre: dafs, weil man aus dem vorher Angeführten *)

*) Vergleiche Seite 104, Anmerkung.

ſchlieſsen kann, daſs die Atmoſphäre der Himmelskörper ſich weiter erſtreckt, als bis an die Räume, welche, in Rückſicht der Bewegung um die Achſe, ihre Atmoſphären einſchlieſsen, die Himmelskörper zwiſchen den Atmoſphären der Planeten eine ſehr feine, dünne und flüſſige Materie enthalten mögen, die von derſelben Natur als die Atmoſphäre iſt.

X.

X.

Einige magnetiſche Beobachtungen.

1. *Bemerkungen über die natürlichen Magnete; vom Bürger* Hauy. *)

Die Mineralogen haben bisher unter dem Namen der *natürlichen Magnete* eine eigne Art von Eiſenerz begriffen, welche zwei magnetiſche Pole hat. Delarbre machte im Jahre 1786 bekannt, daſs der Eiſenglanz von Valois, Puis-de-Dôme und Mont-d'Or Polarität zeigte. **) Daſſelbe wurde auch an einem oktaedriſchen Eiſen-Kryſtalle aus Schweden, an einem oktaedriſchen Eiſen-Kryſtalle aus Korſika, an Brocken verſchiedner Eiſenerze aus Franche-Comté, und an einem Eiſenſande von St. Domingo bemerkt. Es muſste daher den Phyſikern auffallen, daſs andere Mineral-Körper, die doch beträchtliche Mengen reguliniſches Eiſen enthalten

*) *Bulletin des Sciences, par la societé philomatique,* à Paris, An 5, No. 5, p. 34.

**) Schon vorher im *Journal de Phyſique* deſſelben Jahres, Auguſt, Seite 119, hatte Romé de l'Isle an einem Eiſenglanze aus Philadelphia, (Cryſtall., t. 3, p. 187, note 35,) ein Gleiches beobachtet. *Hauy.*

und ſo viele Jahrtauſende im Schooſse der Erde geruht haben, keinen Theil von der Wirkung empfangen zu haben ſchienen, welche jene magnetiſch machte.

Gewöhnlich bediente man ſich zu dieſen Unterſuchungen gröſserer Magnete; *) und da konnte es leicht geſchehn, daſs ſehr ſchwache Magnete beide Pole des ſtarken gleichmäſsig anzogen, weil ihre Pole durch die Einwirkung des ſtarken Magneten augenblicklich verwechſelt wurden. Herr Hauy wählte daher eine kleine Magnetnadel von geringer Stärke, ſo wie man ſie in den kleinen Sonnenuhren findet, und nun wurde, was er in die Hände nahm, zu Magneten. Die Kryſtalle der Inſel *Elba*, aus *Dauphiné*, aus *Framont*, und aus *Korſika*, ſtieſsen an einer Seite den einen Pol ab, und zogen

*) Wenigſtens war das nicht der Fall bei der Unterſuchungsmethode Cavallo's, (*Theoretiſche und praktiſche Abhandlung der Lehre vom Magnete*, von Cavallo, Leipzig 1788,) und Bennet's, der kleine Magnetnadeln, von der Gröſse der Nähnadeln, an das Gewebe der Kreuzſpinne aufhing. (Siehe *Journal der Phyſik*, B. VII, S. 355.) Nur ſcheint man bisher zu wenig ~~einen~~ magnetiſche Körper ſolchen Unterſuchungen unterworfen zu haben. Der Zufall muſs in ſolchen Fällen gewöhnlich das Beſte thun. So erinnere ich mich, daſs, ehe ich noch Magnete mehr als von Anſehen und dem Namen kannte, ich ſchon die Veränderung der Richtung einer kleinen Magnetnadel durch ein altes Serpentintintefaſs bemerkte. *A.*

den entgegengeſetzten an, wodurch ihre Polarität überzeugend erwieſen war. Darauf nahm er ſtatt der Magnetnadel einen magnetiſchen Stab, wie man ſich bisher zu ſolchen Unterſuchungen zu bedienen pflegte, und näherte einem ſeiner Pole den gleichnamigen Pol eines Kryſtalls von der Inſel Elba. Der gröfsere Magnet hatte gerade nur ſo viel Kraft, die Polarität des Kryſtalls aufzuheben, ohne dafs er hier ein Anziehn bewirkte; welches aber erfolgte, da man den Kryſtall, in derſelben Lage, an den entgegengeſetzten Pol des Magnetſtabs brachte.

Nun war noch ein kleiner Zweifel wegzuräumen, ob nicht jene Kryſtalle nur vorübergehend dieſen Magnetismus angenommen haben, wie zum Beiſpiel ein unmagnetiſches aufrecht gehaltenes Stück Eiſen, welches, ſo lange es in dieſer Lage iſt, mit der untern Spitze den Südpol abſtöfst und den Nordpol anzieht, aber ſo bald es aus dieſer Lage genommen wird, ſeine Magnetiſirung verliert. Allein die Kryſtalle zeigten in jeder Lage immer gleiche Magnetiſirung.

Aus dieſen leicht anzuſtellenden Betrachtungen zieht Hauy den Schluſs, dafs alle, oder wenigſtens die meiſten Eiſenminern, die nicht mit Sauerſtoff überladen ſind, zu den natürlichen Magneten gehören, dafs folglich der magnetiſche Eiſenſtein nicht als eine eigne Klaſſe von Eiſenminern in den Mineral-Syſtemen müſſe aufgeführt werden, und dafs man lieber bei jeder Eiſenminer den Grad ih-

chem Grade geſchehn; bei ungleich ſtarken ſtrebt der ſtärkere, dem ſchwächern eine entgegengeſetzte Polarität zu geben. In beiden Fällen müſste ſich, bei unveränderter Lage des magnetiſchen Meridians, die Lage der Achſe verändern, und ſo könnte ſich leicht bei Vaſſali's Magnetnadel das Umgekehrte ereignen, daſs ſie Veränderungen in der Abweichung zeigte, die in der That nicht ſtatt fanden.

Man ſieht hieraus, daſs, wie man auch die Geſtalt künſtlicher Magnete ändere, ſie immer einer Abweichung unterworfen bleiben, wie das ſchon Muſſchenbroek bei ſeinen Verſuchen mit kreisförmigen Magneten fand.

3. *John Macdonald's Beobachtungen über die tägliche Abweichung der Magnetnadel im Fort Marlborough auf Sumatra, und in der Inſel St. Helena.* *)

Ich lieſs in einiger Entfernung von meinem Hauſe im Fort Marlborough ein kleines Gebäude, das von allem Eiſen entblöſst war, errichten, und zog in dieſem die Mittagslinie, mittelſt einer geebneten Kupferplatte, auf welche 12 concentriſche Kreiſe eingeriſſen waren, und in deren Mittelpunkte eine hohle Röhre ſtand, in welche ein zugeſpitzter kupferner Stift hineinpaſste. Sowohl dieſe Platte lieſs ſich mittelſt dreier Stellſchrauben genau hori-

*) *Philoſophical Transactions* for 1796, p. 340 — 349; for 1798, p. 397 — 402.

zontal, als auch der Stift mittelſt dieſer Stellſchrauben vollkommen ſenkrecht ſtellen, und zugleich ſo verrücken, daſs ſich die Spitze deſſelben genau ſenkrecht über dem Mittelpunkte der Kreiſe befand. Dieſes wurde mittelſt eines eignen Mechanismus geprüft, indem ein horizontaler Arm, der an einem Ende einen ſenkrechten Stift, am andern eine Scheibe trug, die an die Röhre anſtieſs, mittelſt eines Hütchens auf der ſchattenwerfenden Spitze ruhte, und um ſie herum geführt werden konnte. Auf dieſe Art glaube ich die Mittagslinie bis auf 1 Minute genau gefunden zu haben, da ich ſie an zwei verſchiednen Tagen völlig gleich beſtimmte.

In der Magnetbüchſe zog ich parallel mit ihrer Achſe, d. h. in der Ebne, welche ſenkrecht auf der Null-Linie der Eintheilung ſtand, ein Haar unterhalb, und ein zweites oberhalb der Nadel, und in der Verlängerung dieſer Haare wurden an der Auſsenſeite der Büchſe zwei ſehr feine Kupferdrähte befeſtigt. Bei der Beobachtung wurde die Magnetbüchſe ſo über die Mittagslinie geſetzt, daſs die beiden Haare und dieſe Linie, welche man durch Oeffnungen im Boden der Büchſe hindurch ſah, einander deckten, wenn man ſie von oben herab durch ein Vergröſserungsglas betrachtete, und auch hierbei fand ſchwerlich ein Fehler gröſser als 1 Minute Statt. Damit die Büchſe nicht Ein Mahl etwas anders, wie ein ander Mahl auf die Mittagslinie zu ſtehn käme, befeſtigte ich ſie zuletzt auf derſelben

in ihrer gehörigen Lage zwiſchen zwei Latten, mittelſt hölzerner Keile. Beim Ableſen der Eintheilung, auf welche die Nadel ſtand, bedeckte ich mit der rechten Hand das rechte Auge; hielt in der linken eine Loupe von $2\frac{1}{2}$mahliger Vergröſserung; brachte erſt das obere Haar zum Decken mit der Mittagslinie; und ſah dann, indem das Auge in dieſer Lage blieb, an der feinen Minutenſcale, wie weit die Südſpitze nach Weſten abwich. Jede Beobachtung wurde auf dieſe Art 4 Mahl wiederhohlt, um mich von ihrer Genauigkeit zu überzeugen. Zugleich bemerkte ich jedes Mahl den Thermometerſtand und die Beſchaffenheit des Wetters, und dieſe Beobachtungen wurden täglich drei Mahl zu beſtimmten Stunden, um 12 Uhr, früh Morgens und gegen Abend, überdies oft noch eine Beobachtung in der Nacht angeſtellt. *)

Bei wiederhohlten Verſuchen fand ſich zwar die Sphäre der gegenſeitigen Anziehung zwiſchen der Magnetnadel und dem Eiſen ziemlich eingeſchränkt, und ein gewöhnlicher Schlüſſel wirkte nicht eher auf die Nadel, als bis er ihr bis auf 5 Zoll genähert ward. Deſſen ungeachtet entfernte ich vor jeder Beobachtung alles Eiſen von mir, machte die Haspen und Krampen an der Thür von Holz, ent-

*) Dieſe Beobachtungen werden in den *Philoſ. Transact.* umſtändlich in Tabellen mitgetheilt, welche ich, da ihr Detail nur für wenige lehrreich ſeyn dürfte, übergehe. *d. H.*

fernte das Vorlegeſchloſs jedes Mahl von dem Gebäude, und bediente mich des Abends hölzerner Leuchter. Die Beobachtungen ſelbſt wurden mit der möglichſten Sorgfalt gemacht, und ich unterlieſs keine von den kleinen Vorſichtsregeln, die man beobachten muſs, um die gröſste Genauigkeit zu erhalten.

Die öſtliche Abweichung der Magnetnadel zu *Fort Marlborough* betrug, nach übereinſtimmenden Beobachtungen:

	vom 27, 28, 29ſten Juni 1794		vom 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17ten März 1795	
	Wärme	öſtliche Abweich.	Wärme	öſtliche Abweich.
um 7 Uhr Morgens	76°	1° 8′	78°	1° 6′
um 12 Uhr Mittags	81°	1° 10′	83°	1° 9′
um 5 Uhr Abends	81°	1° 12′	82°	1° 10′
um 11 bis 12 Uhr Nachts	—	—	78°	1° 8′

Aus allen Beobachtungen erhellt, daſs die öſtliche Abweichung der Magnetnadel täglich ungefähr von 7 Uhr Morgens an bis 5 Uhr Abends zunimmt, hingegen alsdann bis 7 Uhr Morgens wieder abnimmt. Die vielen Unregelmäſsigkeiten in den Beobachtungen mindern die Zuverläſſigkeit dieſes Reſultats nicht, da es bekannt iſt, daſs die tägliche Variation der Magnetnadel von unbekannten Urſachen gar ſehr geſtört wird. Auch ergiebt ſich daraus, daſs die tägliche Variation während eines Gewitters gröſser ſey, als ſonſt bei übrigens gleichen Umſtänden.

Man hat bemerkt, dafs die magnetiſche Kraft durch Wärme geſchwächt, dagegen in der Kälte erhöht werde. Dieſe wichtige Thatſache verband man mit Halley's Hypotheſe von 4 magnetiſchen Polen, um daraus die tägliche Variation in der Abweichung der Magnetnadel zu erklären. Indem der ſüdöſtliche magnetiſche Pol, der im Meridiane von Celebes liegt, und daher der nächſte bei Sumatra ſeyn ſoll, des Morgens durch die Sonne oder durch unterirdiſches Feuer, weniger als gegen Mittag und Nachmittags erwärmt wird, ſoll er des Morgens die Südſpitze der Magnetnadel mächtiger als Nachmittags anziehn; daher die öſtliche Abweichung des Morgens kleiner als des Nachmittags iſt. Da zugleich der ſüdweſtliche magnetiſche Pol Nachmittags kälter wird, ſo zieht er die Südſpitze ſtärker an, und deshalb ſoll die öſtliche Variation in der Abweichung der Magnetnadel auf Sumatra des Nachmittags gröſser als des Vormittags ſeyn. — Canton bemerkte, dafs in Europa dieſe tägliche Variation im Sommer gröſser als im Winter iſt; daraus ſcheint in der That zu erhellen, dafs dieſe Variation auf einer Wirkung der Wärme auf Magnete in der Erde beruht; und da meine Beobachtungen gerade ein entgegengeſetztes Reſultat geben, ſo ſcheint das für Sumatra kein ſchwacher Beweis für die Wahrheit der Halleyſchen Hypotheſe zu ſeyn.

Auf St. Helena erhielt ich vom 28ſten Oktober bis zum 13ten November 1796, weil das Schiff,

zu welchem ich gehörte, sich dort nicht länger verweilte, zwar überhaupt nur 85 Beobachtungen, an einer Mittagslinie, die ich mit demselben Apparate, wie auf Sumatra, gezogen hatte. Doch stimmen sie so gut zusammen, dass sich daraus zuverlässige Folgerungen ziehn lassen, welche die vorige Theorie zu bestätigen scheinen. Addirt man die Beobachtungen Vor- und Nachmittags zusammen, und nimmt aus ihnen das Mittel, so findet sich die Abweichung der Magnetnadel Anfangs Novembers 1796 auf St. Helena 15° 48′ 34″,5 westlich. Zieht man das Mittel aus den Beobachtungen Nachmittags, vom Mittel aus den Beobachtungen Vormittags ab; so findet man die tägliche Variation der Abweichung 3′ 55″. Von 6 Uhr Abends bis 6 Uhr Morgens steht die Nadel still; dann fängt sie an sich westlich zu bewegen, so dass ihre westliche Abweichung zunimmt. Diese ist etwa um 8 Uhr Morgens am grösten, und nimmt dann wieder ab. Dabei scheint dieselbe Ursache, wie auf Sumatra, wirksam zu seyn, nur dass der Beobachtungsort anders gegen die südlichen magnetischen Pole liegt.

Auf den Zimmern der königlichen Societät wächst die Abweichung der Magnetnadel von 7 Uhr Morgens bis 2 Uhr Nachmittags, und zwar ist hier die tägliche Variation grösser als auf Sumatra und St. Helena. Dies folgt sehr natürlich daraus, dass England den magnetischen

Polen näher ist, als diese Inseln, welche unweit des Aequators liegen.

Auf Sumatra bemerkte ich öfters, dafs die Magnetnadel aus ihrer horizontalen Lage gewichen war, und manchmahl 6 bis 8 Minuten herab-, ein ander Mahl hinaufwärts geneigt stand. Ich achtete darauf wenig, da ich es einer kleinen Aenderung im Hütchen oder im Stifte, worauf die Nadel spielte, zuschrieb. Dasselbe bemerkte ich wieder in St. Helena, ohne eine Erklärung für diese Verschiedenheit zu finden, es sey, dafs die Inklination der Nadel solchen Veränderungen unterworfen sey.

1796 November	Wärme um 2 Uhr.	Westliche Abweichung der Magnetnadel auf der Insel St. Helena. 6 Uhr M.	8 Uhr M.	12 Uhr,	2 Uhr A.	6 Uhr A.
1	71°	—	15° 49′	15° 48′	15° 46′	15° 47′
2	70	—	48	47	45	48
4	70¼	—	50	50	46	48
5	70½	—	51	48	47	47
7	71	—	51	48	48	49
8	70½	15° 49′	51	45	48	—
9	70	48	50	46	47	—
10	71½	50	51	48	46	48
11	71	48	52	49	47	49
12	71¼	49	52	48	46	—

XI.

Anzeige eines neuen Hygrometers.

von

F. W. Voigt,

in Jena.

De Luc ſagt in ſeinen Ideen über die Meteorologie, S. 52, daſs er Federkiele ſpiralförmig geſchnitten, und daſs dieſe hygroſkopiſchen Streifen, wie das Fiſchbein, ſehr beſtändig wären, wenn ſie gehörig dünne gearbeitet werden können. Durch dieſe Bemerkung des groſsen Naturforſchers wurde ich ſchon längſt auf dieſes Hygrometer aufmerkſam gemacht, und ich habe mich durch Uebung und einiger Maſchinerie, welche das ſpirale Schneiden des Federkiels betrifft, in den Stand geſetzt, dieſe Streifen ſo zu ſchneiden und zu bearbeiten, wie es der ſcharfſinnige de Luc verlangt, nämlich ſo zart, bis die Schwingungen, welche ſie beim erſten Eintauchen ins Waſſer erhalten, aufhören. Auf dieſe Art verfertige ich jetzt ſehr richtige und wohlfeile Hygrometer, welche entweder ihre Zuſammenziehung und Ausdehnung unmittelbar in 10000 Theilen der Normallänge im Waſſer, durch eine Nonius-Theilung angeben, oder bei welchen dieſe Ausdehnung durch Welle und Zeiger in 400 Theilen des Kreiſes ſichtbar gemacht wird, deren Verhältniſs zu 10000 Theilen der Normallänge ich bei jedem Exemplare empiriſch, d. h., durch Verglei-

chung mit einem grofsen 2 Fufs langen Etalon der erſten Art, beſtimme, und für jeden Grad in eine Tabelle bringe. So habe ich ein vergleichbares Hygrometer conſtruirt, ohne den weitläufigen Prozeſs der abſoluten Trockenheitsbeſtimmung nach de Luc und Sauſſüre. Jeder, der dieſe obern feſten Punkte auch zu haben wünſcht, erhält ſie entweder alsdann, wenn ich meine Unterſuchungen hierüber beendigt habe, in 10000 Theilen der Verminderung der Normallänge, oder er kann ſie an ſeinem Exemplare ſelbſt beſtimmen und mit meinen Reſultaten vergleichen, oder die Hygrometer können auf Verlangen auch in der alten Sprache von 100 Theilen zwiſchen den beiden feſten Punkten beſtimmt und getheilt werden. Die Schwierigkeit, gute Fiſchbeinſtreifen zu erhalten, iſt eben ſo grofs, als das Bedürfnifs eines guten Hygrometers für den praktiſchen Arzt, Meteorologen, Phyſiker und Oekonomen. Ich glaube daher dem geſammten Publico ein Geſchenk mit folgender Anzeige zu machen, welche jene Hygrometer und ihre Preiſe betrifft, die in meiner Werkſtatt verfertigt werden.

1. Ein Hygrometer-Etalon mit einer Nonius-Theilung, welche 10000 Theile der Verminderung der Normallänge im Waſſer, (die 2 engliſche Fufs beträgt,) angiebt, mit meſſingener Skale und in Oehl geſottenem Fichtenholzgeſtelle, $1\frac{1}{2}$ Louisd'or.

2. Ein dito Etalon, ganz von Meſſing, mit Nonius und einem 1 Fufs langen Streifen, $2\frac{1}{2}$ Louisd'or.

3. Ein dito, sehr stark und solid gearbeitet, nebst einem Thermometer, 3 Louisd'or.

4. Ein dito von 1 Fuss lang, mit hölzernem in Oehl gesottenen Gestelle und messingener Skale, 1 Louisd'or.

5. Ein Hygrometer mit der Welle und Gradscheibe, mit hölzerner geöhlter Stange und Tabelle zur Reducirung der 400 Grade auf 10000 Theile der Normallänge, $1\frac{1}{2}$ Louisd'or.

6. Ein dito mit messingenem Gestelle, 2 Louisd'or.

7. Ein dito ganz von Messing, sehr solid gearbeitet, mit der Berichtigungsschraube zum Feststellen auf die Null bei der Normallänge, 3 Louisd'or.

8. Ein dito mit einem Thermometer, mit der 80theiligen Skale, $3\frac{1}{2}$ Louisd'or.

9. Ein dito mit Thermometer, mit Fahrenheits und der 80theiligen Skale, 4 Louisd'or.

Wer diese Instrumente bestellt, erhält von ihrer Vollendung Nachricht, worauf ich nach Empfang des Geldes sogleich dieselben abgehen lasse. Die Emballage beträgt jedesmahl 16 ggr. Man wendet sich an mich postfrei mit Briefen und Geldern unter der Addresse:

Jena den 5ten Nov. 1799.

Friedrich Wilhelm Voigt,
herzogl.-sächs. privileg. mathem. Instrumentenmacher.

ANNALEN DER PHYSIK.

DRITTER BAND, ZWEITES STÜCK.

I.

UNTERSUCHUNGEN UND ERFAHRUNGEN *über die Seitenmittheilung der Bewegung in flüſſigen Körpern, angewandt auf die Erklärung verſchiedner hydrauliſcher Erſcheinungen,*

von

J. B. VENTURI,

Profeſſor der Phyſik zu Modena.

(Beſchluſs.)

INHALT.

In den Blaſewerken durch Waſſer iſt es die beſchleunigende Kraft der Schwere und die Seitenmittheilung der Bewegung, welche das Gebläſe bewirken, *Satz* 8; nicht eine Zerſetzung des Waſſers, *Verſuch* 25. Mögliche Stärke dieſes Gebläſes.

In manchen Fällen läſst ſich Waſſer, ohne Beihülfe von Maſchinen, aus einer Gegend, welche tiefer als der Abzugskanal liegt, ableiten, *Satz* 9. Anwendung davon auf die Mühlgerinne.

Die Wirbel in den Strömen entſtehn faſt immer durch Seitenmittheilung der Bewegung, *Satz* 10. Vertikale Wirbel an der Oberfläche und am Boden des Stroms; ſie retardiren hauptſächlich die Ströme. Gröſsere Waſſerhöhe bei Ungleichheiten im Bette, als wenn ſie fehlten.

Theorie der Wirbel, die ſich im Waſſer, das aus einem Gefäſse durch eine horizontale Oeffnung abflieſst, bilden, aus der Lehre von den Central-Kräften abgeleitet, *Satz* 11. – Erſcheinung bei denſelben erklärt *Verſuch* 26 — 30.

Die Seitenmittheilung der Bewegung findet in der Luft gerade ſo, wie im Waſſer ſtatt, *Satz* 12. Dadurch entſteht der Ton in den Orgelpfeifen; und die Verſtärkung des Schalls in coniſchen divergirenden Röhren. Merkwürdige Verſchiedenheit zwiſchen den tönenden Schwingungen der Luft in einer Röhre, und die durch die Atmoſphäre ſich fortpflanzenden Pulſationen.

Achter Satz.

In den Blaſewerken durch Waſſer, (ſouflets d'eau,) wird die Luft durch die beſchleunigende Kraft der Schwere, verbunden mit einer Seitenmittheilung der Bewegung der Eſſe, (ſorge,) zugeführt.

Die Akademie von Toulouſe lud 1791 die Phyſiker ein, die Urſache und Beſchaffenheit des Windes zu erklären, den man in einigen Eiſenhüttenwerken, (*forges*,) durch herabſtürzendes Waſſer bewirkt. Ich will verſuchen, hier die Wirkung dieſer Art Blaſewerke in ihrem ganzen Umfange zu entwickeln, und daraus die beſte Einrichtung derſelben abzuleiten.

Kircher iſt der Erſte, ſo viel ich weiſs, der den Wind, welchen die Waſſerfälle her-

vorbringen, erklärt hat; *) Barthés, der Vater, hat hierüber eine Theorie geliefert, die mir in verſchiedner Rückſicht mangelhaft ſcheint. **) Dietrich glaubte, dieſer Wind werde durch eine Zerſetzung des Waſſers hervorgebracht, ***) und etwas ähnliches muthmaſste ſchon Fabri in dem verfloſſenen Jahrhundert. ****) Uebrigens ſind dieſe Blaſewerke dem gröſsten Theile der Phyſiker bekannt. *****)

*) *Mundus ſubterr.*, lib. 14, c. 5, edit. 1662.

**) *Mémoires des ſavans étrangers*, vol. 3, p. 378.

***) *Gites des minerai des Pyrénées*, p. 48, 49.

****) *Phyſic. tract.*, I, lib. 2, prop. 243.

*****) *Art des forges*, part. 2. *Mariotte, des eaux*, part. 1, Disc. 3. *Transact.* No. 473, etc. *V.*

Im Franzöſiſchen nennt man dieſe Blaſewerke auch *une trompe*; im Deutſchen eine Waſſertrommel, und im Engliſchen fehlt ein Name dafür. Chaptal beſchreibt ſie in ſeinen *Eléments de Chimie*, Ed. 3, t. 2, p. 190, wie man ſich ihrer beim Ausſchmelzen der Metalle ſtatt der Blaſebälge bedient, um in den Schmelzofen zu blaſen, wie folgt: „Dieſes Blaſewerk, (*la trompe*,) beſteht aus einem ausgehöhlten Baume, der auf einer zu unterſt in die Erde gegrabnen Tonne ruht. Der Rand der Tonne ſteht in Waſſer, und durch den hohlen Stamm ſtürzt ſich flieſsendes Waſſer auf einen Stein hinab, der mitten in der Tonne liegt. Die Luft, welche ſich dabei entwickelt, geht durch einen Seitenkanal unten in den Ofen hinein. Sie wird theils vom Waſſer mit hineingeriſſen, theils rührt ſie von dem Zuge her, der dadurch entſteht,

Ich fange mit einer Idee an, deren Grund der Scharfsichtigkeit des *Leonhard de Vinci* nicht entgangen ist. Mehrere gleiche Kugeln, die sich berühren, mögen sich in der Horizontallinie *AB*, (Taf. II, Fig. 1,) gleichförmig bewegen, so dafs jede den Raum von 4 Kugeln in einer Sekunde durchläuft. Ist nun die Linie *BF* 16 engl. Schuhe, d. h. der Fallhöhe in der ersten Sekunde gleich, so werden in jeder Sekunde vier Kugeln von *B* nach *F* fallen und ihre gegenseitigen Distanzen werden beim Fallen ungefähr seyn $BC = 1$, $CD = 3$, $DE = 5$, $EF = 7$. Und das ist eine sehr sinnliche Darstellung der successiven Trennung und Entfernung, welche die Beschleunigungskraft der Schwere unter den Körpern, die nach einander fallen, verursacht.

Das Regenwasser fliefst aus einer Dachrinne in einem zusammenhängenden Gusse; indem es fällt, sondert es sich aber in horizontalen Schichten von

dafs man im Baume unter seinem obern Ende Oeffnungen anbringt, welche man *trompilles* nennt. Folgendes sind die Maafse eines guten Blasewerkes dieser Art. Länge des hohlen Baums 24 Fufs; Höhe der Tonne 5 Fufs, ihr Durchmesser $4\frac{1}{2}$ Fufs; Durchmesser des Steins 18 Zoll; Durchmesser der Trompilles 6 Zoll. Die Trompilles müssen 6 Fufs unter dem obern Ende des Baums angebracht seyn, und dieser mufs sich in seinem Innern über den Trompilles von 18 Zoll bis 5 Zoll Weite trichterförmig verengern; unterhalb derselben mufs er 8 Zoll im Durchmesser haben." *d. H.*

einander ab, und ſchlägt auf das Pflaſter plätſchernd und abſatzweiſe auf. Ueberdies vertheilt und zerſtreut ſich noch das Waſſer in dieſen horizontalen Schichten. Iſt der Guſs, der aus der Dachrinne kommt, kaum einen Zoll breit, ſo ſchlägt er doch auf das Pflaſter oft einen Fuſs breit auf. Die Luft, die ſich zwiſchen den vertikalen und horizontalen Abſonderungen des fallenden Waſſers befindet, wird mit fortgeſtoſsen und herabgezogen; andre Luft folgt ihr von den Seiten her, und unten entſteht ein Wind rund um den Ort herum, auf welchen das Waſſer auffällt.

Ich habe mich dem Fuſse der Waſſerfälle genähert, die ſich von dem Gletſcher des *Roche-Mêlon* im *Novaleſiſchen*, unweit des *Mont Cenis*, auf bloſsen Felſen herabſtürzen; man hat Mühe, dort der Gewalt dieſes Windes zu widerſtehn. Wenn der Waſſerfall in ein Becken fällt, ſo wird die Luft nach dem Boden gezogen; ſie prallt daraus mit Heftigkeit zurück, und ſpritzt das Waſſer unter der Geſtalt eines Nebels umher. *) Eben ſo zieht

*) Der mächtigſte unter den bis jetzt mit Zuverläſſigkeit bekannten Waſſerfällen, der im *Niagara* in Nord-Amerika, wo ein 4000 engl. Fuſs breiter Strom ſich in einem Bogen, anderthalb hundert Fuſs tief hinabſtürzt, entſpricht auch dieſen Bemerkungen. Nach der Beſchreibung des neueſten Reiſenden, Iſaac Weld, der ihn in einer Karte und in einigen Kupfern abbildet, (*Travels through the ſtate of North-America and the Provinces of Upper and Low.*

das Waſſer, welches ſich in die innern Höhlen der

er Canada during the years 1795, 96 and 97. London 1799, q., p 308 ſeq.,) iſt der Hauptfall im nördlichen Arme 1800 engl. Fuſs breit und 142 Fuſs hoch, und der Fall im ſüdlichen Arme 1100 Fuſs breit und 163 Fuſs hoch, aber wegen ſeiner gröſsern Höhe nicht ſo waſſerreich als jener. Jener hat in ſeiner Mitte einen Einbug, in der Geſtalt eines Hufeiſens, und hier ſteigt eine Dampf- und Nebelſäule an, welche Weld ſelbſt, als er an einem ſehr heiſsen Tage auf dem Erieſee, (aus dem der Niagara abflieſst,) ſchiffte, 54 engl., (über 10 deutſche,) Meilen weit, gleich einem hellen Wölckchen am Horizonte, das im Fernrohre beſtändig ſeine Geſtalt, nicht aber ſeinen Ort veränderte, wahrnahm. Noch über tauſend Schuh weit vom Falle, am Ufer des Stroms unterhalb deſſelben, näſste dieſer Nebel ihn ſo, als wäre er durch Waſſer gezogen. Das gewaltige Toben des Falls wird zu Zeiten, beſonders kurz vor Regenwetter, wo die Luft den Schall am beſten fortpflanzt, 40 engl. Meilen weit deutlich gehört; am Tage aber, als Weld ihn ſah, hörte er den Fall noch nicht, als er ſich ihm ſchon bis auf eine halbe engl Meile, (2200 Schuh,) genähert hatte. Man kann ſich dem fallenden Waſſerbogen nähern, ſo daſs ſich hinter ihn, zwiſchen das Waſſer und den Felſen, in welchem das Waſſer eine Menge Höhlen ausgeſpült hat, ein Blick werfen läſst. „Ich näherte mich“, ſagt Weld, „der Schneide des fallenden Waſſers bis auf etwa 18 Fuſs; aber hier wäre ich faſt von dem heftigen Wirbelwinde erſtickt worden, der beſtändig am Fuſse des Falls wüthet, und durch den Stoſs

Berge ſtürzt, Luft mit ſich herab, die, wenn ſie

einer ſo ungeheuern Waſſermaſſe gegen den Felſen hervorgebracht wird. Ich geſtehe es, mir verging die Luſt, weiter zu gehn, auch verſuchte es keiner von uns, weiter die ſchreckliche Gegend jener Höhlen zu betreten, die jedem, der ſich zu ihrem Schlunde wagte, den Tod zu drohen ſchienen. Keine Worte vermögen das Erhabne der Scene, von dieſem Standpunkte aus geſehn, zu ſchildern. Die Sinne ſchwanden beim Anblicke einer ſo ungeheuern Waſſermaſſe, welche ſo nahe zu meinen Füſsen von einer furchtbaren Höhe herabſtürzte; der donnernde Schall der Wogen, die an die Felſenſeiten der Höhlen ſchlagen, erfüllten mich mit Schreck, und Zittern und Furcht ergriffen mich, wenn ich bedachte, daſs ein Stoſs des hier ewig herrſchenden Wirbelwindes mich von dem ſchlüpfrigen Ufer in das Becken ſchleudern könnte, woraus keine menſchliche Hülfe mich zu retten vermocht hätte."

In wie fern der Stoſs der Waſſermaſſe gegen die Felſen den Wirbelwind erzeugt, lehrt Venturi's Erklärung. Zwei Waſſerſchichten, die beim Falle von der Höhe hinab oben um 1 Fuſs ſenkrecht von einander abſtehn, müſſen, wenn die unterſte eben auffchlägt, wenigſtens 11 Fuſs ſenkrecht von einander entfernt ſeyn. Auch abgeſehn von der Ausbreitung des fallenden Waſſers zur Seite, iſt dieſes beim Auffallen mit eilfmahl ſo viel Luft, der Ausdehnung nach gerechnet, gemiſcht, und kommt ſchon in Tropfen herab. Beim Auffchlagen auf die Felſen wird dieſe Luft mit einer ähnlichen Kraft abprallen, mit der ſie auffchlägt, und

aus andern Oeffnungen am Fuſse des Berges wieder herausſtrömt, natürliche Blaſebälge, oder die

zugleich zerſtiebt das Waſſer in die kleinſten Theilchen, die mit den cohärirenden Luſttheilchen ſich hoch und weit umher verbreiten. Dieſe bilden die gewaltige Nebelſäule, welche über der Mitte des Hauptfalls ſchwebt, und die in den fallenden Strahl hineinfahrende, und beim Aufſchlagen wieder zurückgetriebne Luft erzeugt den Luftzug und Wirbelwind unten am Falle.

Hier noch einige Bemerkungen Weld's über den Fall im Niagara:

Der Niagarafluſs iſt, wo er aus dem Eriefee tritt, $2\frac{1}{2}$ engl. Meile breit, im Mittel 6 Fuſs tief, und flieſst mit einer Geſchwindigkeit von 2 Knoten in der Stunde. Folglich giebt er in jeder Minute 670000 Tonnen Waſſer her, und dieſe, und mehr noch ſtürzen in jenen Waſſerfällen hinab. Am Fuſse des groſsen Falls liegen abgeriſsne Felſenblöcke, zerſchmettertes Holz, und zerbrochne Gerippe groſser Fiſche, welche die Gewalt des Stroms mit hinabriſs. Von dem, was mit hinabgeſchleudert wird, ſoll kaum ein Drittel unten wieder zum Vorſcheine kommen. Das anſpülende Waſſer untergräbt den Felſen, über welchen der Sturz geſchieht, allmählig von unten herauf, und die Waſſerfälle treten daher allmählig weiter Strom aufwärts. Bei Menſchengedenk haben ſie ihre Stelle um 10 und mehrere Fuſs verändert. — Am Fuſse des Hauptfalls findet ſich eine feſte weiſse Maſſe, die vollkommen das Anſehen von verſteinertem Schaume hat, und in der That auch am häufigſten an denen Felſen ſitzt, woran der meiſte Schaum

ſogenannten *Ventaroli*, bildet, *) welche man vorzüglich in den Vulkaniſchen Bergen bemerkt, die in ihrem Innern beſonders viel Höhlen haben. **)

Man nehme eine Röhre *BCDE*, (Fig. 2,) durch welche das Waſſer eines Kanals *AB* in den untern Behälter *MN* fällt, und bringe rings umher in ihr Löcher an, damit die äuſsere Luft freien Zutritt habe, und die Luft erſetzen könne, die

getrieben wird. Einige glauben, er werde von den erdigen Theilen des Fluſswaſſers gebildet, die ſich beim Falle von den Waſſertheilchen ſcheiden. „Gerade als wir den Fuſs des Hauptfalls verlieſsen, brach die Sonne hinter den Wolken hervor, und bildete im Nebel, der über dem Falle ſchwebte, den ſchönſten und vollſtändigſten Regenbogen, der ſich denken läſst.“ *d. H.*

*) Zuweilen ſind jedoch dieſe *Ventaroli* Wirkungen von der Ungleichheit der Temperatur zwiſchen der Luft der Höhle und der äuſsern Luft. *V.*

Eine intereſſante Abhandlung Sauſſure's über dieſe natürlichen Blaſewerke findet man im fünften Aufſatze dieſes Stücks. *d. H.*

**) Die merkwürdigſte Naturerſcheinung dieſer Art ſind die *Windſtöſse auf der See.* Fällt eine Wolke plötzlich in Geſtalt von Regen herab, ſo reiſst ſie eine Luftmaſſe mit fort, die reiſsend über die Waſſerfläche hinfährt, und ein Schiff plötzlich umwerfen oder entmaſten kann, daher der Seefahrer bei plötzlichen Regengüſſen ſehr aufmerkſam iſt, um durch das Einziehn der Segel dieſen Stöſsen zu entgehen. *d. H.*

das Waſſer im Herabfallen mit ſich fortführt. Läſst man nun dieſe Miſchung von Waſſer und Luft auf einen Haufen Steine *Q* auffallen, ſo trennen ſich beim Umherſtieben durch den Behälter *MN* Waſſer und Luft von einander; das Waſſer fällt zu Boden und flieſst durch mehrere Oeffnungen *T*, *V*, in einen tiefer liegenden Kanal ab; die Luft hingegen ſteigt, als das Leichtere, nach dem obern Theile des Behälters, und wird aus ihm in die Röhre *O* getrieben, aus der ſie in die Eſſe oder den Hohofen, (*forge*,) bläſt.

Verſuch 25. Ich verfertigte ein ſolches künſtliches Blaſewerk im Kleinen, und gab dabei der Röhre *BD* 2 Zoll im Durchmeſſer und 4 Fuſs Höhe. Als das herabſtürzende Waſſer den Querſchnitt *BC* der Röhre ganz ausfüllte und alle Oeffnungen in den Seitenwänden der Röhre *BDEC* verſtopft waren, gab die Röhre *O* nicht den geringſten Luftſtrom.

Es iſt alſo offenbar, daſs der Wind, der entſteht, wenn die Oeffnungen der Röhre nicht verſtopft ſind, lediglich von der Atmoſphäre herrührt, und daſs eine Zerſetzung des Waſſers daran keinen Antheil habe. In der That läſst ſich das Waſſer durch bloſse mechaniſche Mittel, als Schlag und Stoſs, nicht in Gasarten zerſetzen. Fabri's und Dietrich's Meinung wäre alſo durch die obige Erfahrung als ungegründet widerlegt, und es bleiben uns nur noch die Umſtände zu unterſuchen übrig, unter welchen die gröſste Menge von Luft

in den Behälter *MN* getrieben wird, und diese Luftmenge zu meſſen.

Zur Beurtheilung der Umſtände, unter denen der ſtärkſte Wind entſteht, dient Folgendes:

1. Die Trennung der Waſſerkügelchen im herabſtürzenden Strahle geht, ſowohl nach vertikaler als nach horizontaler Richtung, ſchon in den obern Theilen des Waſſerſtrahls vor ſich. Um folglich von der beſchleunigenden Kraft der Schwere die gröſste Wirkung zu erhalten, muſs das Waſſer durch *BC* mit der kleinſten möglichen Geſchwindigkeit fallen, und daher die Waſſerhöhe *FH* nur gerade ſo groſs ſeyn, als nöthig iſt, den Schnitt *BC* voll Waſſer zu erhalten. Ich will annehmen, die ſenkrechte Geſchwindigkeit dieſer Schicht gehöre zu einer Fallhöhe, die dem Durchmeſſer *BC* gleich iſt.

2. Es iſt zwar noch durch keinen directen Verſuch bekannt, bis zu welcher Seitenentfernung ſich die Mittheilung der Bewegung zwiſchen Waſſer und Luft erſtreckt; doch werden wir ſicher annehmen können, daſs ſie ſich durch einen Querſchnitt verbreite, der noch einmahl ſo groſs als der Querſchnitt iſt, welchen das Waſſer beim Eintritte in die ſenkrechte Röhre einnimmt. Man nehme daher den Querſchnitt der Röhre noch einmahl ſo groſs, als den Querſchnitt des Waſſerſtrahls in *BC*; und damit dieſer ſich durch die ganze Weite der Röhre ausbreite, ſo befeſtige man in *BC* einige eiſerne Stangen oder ein Gitter, welches macht, daſs das Waſ-

ſer durch das ganze Innere der Röhre umherſpritzt.

3. Da ſich die Luft in der Röhre *O* mit einer gewiſſen Geſchwindigkeit bewegen ſoll, ſo muſs man ſie in dem Behälter zuſammendrücken. Dieſe Zuſammendrückung iſt der Summe der Beſchleunigungen proportional, die man in dem untern Theile *KD* der Röhre vernichtet hat. Nimmt man *KD* gleich 5 Fuſs, ſo erhält die Luft in der Röhre *O* ſchon eine hinreichende Geſchwindigkeit. Dabei müſſen die Wände des Stücks *KD* und des Behälters *MN* von allen Seiten genau verſchloſſen ſeyn.

4. Die Seitenöffnungen in den übrigen Stücken *BK* der Röhre, beſonders in dem obern, müſſen ſo angeordnet und vervielfältigt werden, daſs die Luft einen ziemlich freien Zugang zu dem Innern der Röhre hat. Ich nehme ſie ſo an, das 0,1 Fuſs Waſſerhöhe hinreiche, um der Luft die Geſchwindigkeit einzudrücken, mit der ſie in die Oeffnungen eindringt.

Geſetzt, man habe alle dieſe Vorſchriften befolgt, und *BD* ſey eine cylindriſche Röhre; ſo fragt es ſich nun, *wie groſs die Luftmaſſe iſt, die ſich während einer gegebnen Zeit durch den Kreisſchnitt KL bewegt.* Es ſey $KD = 1{,}5$ Fuſs, $BC = BF = a$ Fuſs, und $BD = b$ Fuſs. Nach der allgemeinen Theorie des Falles ſchwerer Körper wird die Geſchwindigkeit in *KL* ſeyn $7{,}76\sqrt{(a + b - 1{,}4)}$,*)

*) Es iſt nämlich $v^2 = 4gs$, mithin in dieſem Falle $v = 2\sqrt{g}.\sqrt{(FB + BD - KD,)}$ wobei aber

und der Kreisschnitt KL ist gleich $0{,}785\ a^2$. *) Nimmt man nun an, die Luft habe in KL die nämliche Geschwindigkeit, wie das Wasser, so geht in 1 Sekunde durch den Schnitt KL an Luft und Wasser vermischt ein Volumen von $0{,}785 \cdot a^2 \times 7{,}76 \cdot \sqrt{(a+b-1{,}4)} = 6{,}1 \cdot a^2 \cdot \sqrt{(a+b-1{,}4)}$ Cubikfuss. Eigentlich müsste man die Höhe $(a+b-1{,}4)$ noch um die Fallhöhe verringern, welche der Geschwindigkeit entspricht, die das Wasser verliert, indem es einen Theil seiner Bewegung der immer erneuerten Seitenluft mittheilt; allein diese Fallhöhe ist so geringe, dass man sie bei dieser Brechung füglich vernachlässigen kann. Das Wasser, welches in der nämlichen Zeit, einer Sekunde, durch BC geht, ist $= 0{,}4\ a^2 \sqrt{(a+0{,}1)}$ **) Folglich

Venturi KD nicht mit 1,5, sondern nur mit 1,4 Fuss in Rechnung bringt, wahrscheinlich wegen der Annahme 4. *d. H.*

*) Indem der Inhalt einer Kreisscheibe, deren Halbmesser r Schuh ist, πr^2 Quadratfuss beträgt. *d. H.*

**) Die Geschwindigkeit, die zur Fallhöhe $BF = a$ Fuss, (oder, wegen der 4ten Voraussetzung, $= a + 0{,}1$ Fuss,) gehört, ist $7{,}76 \sqrt{(a+0{,}1)}$ Fuss; und da der Querschnitt der Röhre $= 0{,}785 \cdot a^2$ Quadratfruss, noch einmahl so gross als der Querschnitt des Wasserstrahls in BC, nach Voraussetzung 2 seyn soll, so wäre dieser $0{,}4\ a^2$ Quadratfuss; mithin das Wasser, welches in 1 Sekunde durch BC geht, $= 0{,}4\ a^2 \times 7{,}76 \sqrt{(a^2+0{,}1)}$ Cubikfuss. Der zweite Zahlfactor fehlt mit Unrecht bei unserm Verfasser. *d. H.*

ist das Volumen Luft, das in einer Sekunde durch KL geht, $= 6{,}1\ a^2 \sqrt{(a + b - 1{,}4)} - 0{,}4\ a^2 \sqrt{(a + 0{,}1)}$ Kubikfuſs, *) und zwar ist die Luft von einer Dichtigkeit, wie sie dem jedesmahligen Drucke der Atmosphäre entspricht. Dieſes Volumen ist jedoch für die Praxis ungefähr um ein Viertel zu vermindern: 1. wegen der Stöſse des zerstreuten Wassers wider die Seitenwände der Röhre, wodurch dieſes einen Theil seiner Bewegung verliert; 2. weil die Luft in LK wohl schwerlich in allen ihren Theilen einerlei Geschwindigkeit mit dem Wasser erlangt.

Kann die Röhre O nicht die ganze Luftmasse abführen, die durch das Blasewerk herbeigeschafft wird, so muſs das Wasser XZ fallen und der Punkt K in der Röhre höher steigen. Folglich wird dann der Windstrom abnehmen, und ein Theil desselben durch die untern Seitenöffnungen der Röhre BK herausgehn.

Ich verweile mich nicht bei der Untersuchung der gröſsern oder geringern Vollkommenheit der verschiednen Formen von Blasewerken mit Wasser, wie man sie in manchen Schmiedewerken, besonders in Catalonien u. s. w., findet. Dieſes läſst sich jedes Mahl leicht, nach den von uns festgesetzten Principien, beurtheilen.

*) Vielmehr $6{,}1 \cdot a^2 \sqrt{(a + b - 1{,}4)} - 3{,}1 \cdot a^2 \cdot \sqrt{(a + 0{,}1)}$. d. H.

Neunter Satz.

Durch Hülfe des fallenden Waſſers läſst ſich, ohne Maſchinen, Waſſer aus einer Gegend ableiten, welche tiefer liegt, als der Kanal, der das fallende Waſſer abführt.

Ein Mittel, dieſes zu bewerkſtelligen, läſst ſich aus dem erſten Verſuche ableiten. *) Dort wurde das Waſſer aus dem Kaſten *DEFB*, (Band II, Taf. IX, Fig. 3,) durch eine Röhre herausgetrieben, deren Ende über der Oberfläche des Waſſers liegt, indem der Waſſerſtrahl, der durch die Röhre *AC* in den Kaſten hineindringt, das Waſſer des Behälters durch *MB* forttreibt.

Bei den künſtlichen Gefällen in den Mühlgerinnen pflegt das Waſſer in einem hölzernen parallelepipediſchen Kaſten *DBCF*, (Taf. II, Fig. 3,) herabzuſchieſsen, der mitten im untern Abzugsgraben, im Niveau des Waſſerſtandes *FL*, liegt, ſo daſs das Waſſer im niedrigſten Punkte deſſelben, z. B. in *K*, ein oder zwei Fuſs tiefer ſteht, als die Oberfläche des Waſſers *FL* im Abzugsgraben. **) Das Waſſer in *F* ſtrebt zwar herabzuſinken und durch *FK* zurück zu flieſsen, allein der Strom reiſst

*) Annalen, B. 2, S. 424.

**) Schon andre haben dieſe Vertiefung in *K* unter dem Niveau des Abzugsgrabens bemerkt. Siehe Guiglielmini *della natura di Fiumi*, Cap. 7, Fig. 46; und Boſſut, art. 721.

es, durch ſeine Seitenwirkung, ununterbrochen mit fort, und verhindert es, nach *K* hinabzufliefsen. Bringt man eine Oeffnung *G* in den Seitenwänden des Gerinnes, etwas über dem Waſſerſtande in *K* an, und leitet dahinein das Waſſer aus einem Felde, welches etwas unter dem Niveau des untern Abzugsgrabens *FL* liegt, ſo wird auch dieſes Waſſer mit durch *KF* hinausgetrieben werden, und ſo läſst ſich auf eine ſehr einfache Art ein Feld entwäſſern, welches nur 1 oder 1½ Schuh unter dem Niveau eines ſolchen Abzugsgrabens liegt. Ich ſchlug einmahl mit einigen meiner Collegen, bei einer Commiſſion, die Anwendung dieſes Mittels in einem praktiſchen Falle vor; man nahm den Vorſchlag an, und es gelang ſehr wohl.

Das parallelepipedariſche Gerinne *DBFC* muſs hierbei eine gewiſſe Strecke in den Abzugsgraben fortgeführt ſeyn, ſonſt könnte das Waſſer von *F* nach *K* zurückſinken und den Abfluſs aus *G* hindern. Die Müller kennen den Nutzen dieſer Verlängerung, und wiſſen aus Erfahrung, daſs dadurch, wenn der Strom wächſt, das Waſſer verhindert wird, nicht ſogleich in das Gerinne zurückzufliefsen, und ſo den Gang des hintern Rades zu hemmen. Aus dieſem Grunde machen ſie die Seitenbretter des Gerinnes ſo hoch, daſs der obere Rand *DF* in der höchſten Waſſerhöhe liegt, welche die Mühle verträgt. Bei einem Auftrage, den ich von der Stadt *Final* in dem Modeneſiſchen erhielt, einem Theile des Panaro einen veränderten Lauf zu geben,

wie

wie es das Bedürfniſs der Stadt erforderte, ſo benutzte ich dieſe Verlängerung des Gerinnes *DF* zugleich mit andern Mitteln, um bei dem neuen Kanale die Mühlen gehörig im Gange zu erhalten; und dieſes glückte mir nicht nur über alles Erwarten der Leute, ſondern noch mehr, als ich es ſelbſt gehofft hatte.

Zehnter Satz.

Die Wirbel in den Strömen entſtehn durch die Bewegung, welche die ſchneller ſtrömenden Waſſertheile den ruhigern zur Seite liegenden mittheilen.

Wenige Schriftſteller haben die Urſache und Wirkungen der Waſſerwirbel in den Flüſſen erklärt, und die es gethan haben, ſcheinen in dieſer Unterſuchung nicht glücklich geweſen zu ſeyn.

Das Waſſer, das ſich in dem Kanale *MNH*, (Fig. 4,) bewegt, ſtoſse an einer Seite auf ein Hinderniſs *BA*, ſo bildet es eine Furche, (*remou*,) und ſtrömt durch *AC* mit vermehrter Geſchwindigkeit, (*avec une viteſſe augmentée par la hauteur du remou ſupérieur.*) Ruht das Waſſer unmittelbar hinter dem Hinderniſſe in *BDCA*, ſo theilt der Strom *AC* ſeine Bewegung den ruhenden Seitentheilchen *E* mit, (Satz 1,) und treibt ſie vorwärts. Nach den Geſetzen des Gleichgewichts flüſſiger Körper flieſsen ſogleich die Waſſertheilchen von *D* hinzu, um die dadurch entſtehende Höhlung auszufüllen, und dieſe Bewegung dauert immer fort, da der Strom *AC* die Seitentheilchen in *E* be-

ſtändig mit fortführt. Zugleich ſtrebt auch das Waſſer des Stroms zunächſt an *E*, aus denſelben Gründen, in die entſtehende Höhlung *E* hinabzudringen, wird mithin von zwei conſtanten Kräften, einer nach *AC*, der andern nach *E* zu, getrieben, und muſs deshalb in einer krummen Linie *CD* fortflieſsen. Iſt es in dieſer bis *D* gekommen, ſo geht es, vermöge des zuerſt angegebenen Grundes, wieder durch *DE* nach *E* zurück, und ſo dauert die wirbelnde Bewegung durch die krumme Linie *CDE* gleichförmig fort, ſo lange der Strom durch *AC* mit gleicher Geſchwindigkeit ſtrömt.

Wenn der Fluſs durch eine Verengung ſeines Bettes in *N* geht, ſo entſtehn von beiden Seiten Wirbel in *P* und *Q*, wie vorhin in *DC*. Wenn der Strom in *H* gegen das Ufer ſtöſst, und darauf ſeine Richtung verändert, wird durch die Seitenmittheilung der Bewegung ein Wirbel im Zurückprallungswinkel *R* gebildet. Auch wenn zwei Ströme von ungleicher Geſchwindigkeit ſchief gegen einander ſtoſsen, bringt der geſchwindere im langſamern Wirbel hervor.

Das Bette eines Fluſſes ſey von ungleicher Tiefe, wie in Fig. 6, welche einen Längenſchnitt des Stroms vorſtellt, und die Ungleichheiten des Grundes mögen überall einen allmähligen Abhang haben. Dann drückt das obere Waſſer ſeine Bewegung durch die Seitenmittheilung dem Waſſer am Grunde unter der Linie *AC* ein, und das Waſſer ſtrömt in der ganzen Tiefe des Querſchnitts *MB* fort. Der Strom am Grunde

wird indeſs durch den Abhang *BC* aus ſeiner Richtung gebracht, und dringt in *Q* über die Oberfläche hervor, wo er zuweilen eine Waſſergarbe, eine Art von aufſteigendem Waſſerwirbel, bildet. Hat die Vertiefung in den beiden äuſserſten Enden einen gähen Abſturz wie in *DE* und *FG*, ſo bildet ſich auf dem Grunde ſelbſt ein ſenkrechter Wirbel in *D*, zuweilen auch in *G*, wie ſich das in einem Modelle mit gläſernen Wänden recht gut beobachten läſst.

Jeder Wirbel zerſtört einen Theil der lebenden Kraft im Strome eines Fluſſes, weil das Waſſer, welches in der krummen Linie *CDE*, (Fig. 5,) zurück, und zuletzt dem Strome entgegen flieſst, nur durch einen neuen Impuls die Richtung des Stroms wieder erhalten kann.

Daraus folgere ich *erſtens*, daſs, wenn in einem Fluſſe die Querſchnitte ſeines Bettes an verſchiedenen Orten ungleich ſind, der mittlere Waſſerſtand in ihm höher iſt, als er es ſeyn würde, wenn das ganze Flusbette durchaus die Tiefe und Weite des kleinſten Querſchnitts hätte. Wir haben nämlich Satz 7, (Ann. II, 463,) geſehn, daſs bauchige Erweiterungen den Abfluſs einer Röhre verzögern; und gerade das geſchieht auch in einem ſolchen ungleichen Kanale.

Figur 5 ſtelle einen ſolchen Kanal dar, der hinter *M* und *N* gerade ſo in der Tiefe als in der Weite zunimmt. Indem das Waſſer durch *N* in das vertiefte Becken *PQ* ſtrömt, vermehrt ſich zwar die Geſchwindigkeit deſſelben auf der Oberfläche dadurch, daſs beim Herabflieſsen in die Vertiefung

PQ die obere Waſſerfläche abhängig iſt, wodurch die Geſchwindigkeit auf der Oberfläche beſtimmt wird. Aber ſchon Guiglielmini bemerkt ſehr richtig, daſs ein Fall auf die Geſchwindigkeit in der Tiefe des Bettes keinen Einfluſs hat.

Anfangs dient die vergröſserte Geſchwindigkeit dazu, das Bette des Kanals in *PQ* zu erweitern und den Grund auszuhöhlen; alsdann aber bilden ſich daſelbſt Wirbel ſowohl an den Seiten, als im Grunde und auf der Oberfläche, und dieſe heben jene Geſchwindigkeit auf. Iſt die Geſchwindigkeit einmahl da, ſo würde es ganz vergeblich ſeyn, durch Uferbaue hindern zu wollen, daſs das Bette ſich nicht aushöhle und erweitere; was man dadurch bewirken würde, wäre, daſs das Becken ſich am Ende des Uferbaues aushöhlte.

Das Fluſsbette habe hinter einander mehrere Verengerungen und Erweiterungen *M* und *N*, ſo entſtehn hinter jeder Verengerung Wirbel, auch wenn ſich gerade kein Waſſerfall und kein Becken bildet, und es geht von der Geſchwindigkeit des Stromes mehr verloren, als wenn das Fluſsbette überall denſelben Querſchnitt ſo groſs als *M* und *N* hätte. Folglich muſs ſich die Oberfläche des Waſſers nach jeder Erweiterung heben, um dadurch die Geſchwindigkeit wieder zu erreichen, welche es durch die Wirbel verloren hat. Bezeichnen wir mit *a* den Ueberſchuſs dieſer Waſſerhöhe über den Waſſerſtand, der in einem Bette von gleichförmigem Querſchnitte hinreicht, alle Verzögerungen, die aus einem ſolchen Bette ent-

ſtehn könnten, zu überwinden; und ſetzen die Zahl der gleichgeſtalteten und mit gleichen Verengerungen abwechſelnden Erweiterungen gleich *m*; ſo wird der mittlere Waſſerſtand in dem ſo erweiterten Fluſsbette um *am* höher ſeyn, als in dem engern, gleichförmig weiten Fluſsbette. Hierbei ſetze ich voraus, daſs das Bette des Fluſſes unverändert bleibt. Iſt der Grund ſo beſchaffen, daſs die Gewalt des Stroms ſeine Geſtalt ändern kann, ſo wird ſich das Bette in den Verengerungen tiefer aushöhlen, und alles Gerüll in den Vertiefungen abſetzen.

Die *zweite* Folgerung, die ich aus dem Verluſte der lebenden Kraft eines Stroms durch Wirbel ziehe, iſt in der Theorie der Flüſſe ziemlich wichtig, und ſcheint von den Schriftſtellern vernachläſſigt zu ſeyn. Das Reiben des Waſſers, längs der Ufer und über dem Boden der Flüſſe, iſt bei weitem nicht die einzige Urſache, welche den Strom verzögert, und, ſoll er gleichförmig bleiben, einen beſtändigen Fall nöthig macht. Eine der vorzüglichſten Urſachen dieſer Verzögerung ſind die Wirbel, die ſich nicht nur bei allen Erweiterungen des Fluſsbettes, ſowohl in der Tiefe als an den Ufern, ſondern auch bei den Krümmungen, und wenn Waſſeradern ſich mit verſchiedener Geſchwindigkeit durchkreuzen, immerfort bilden. So wird ein beträchtlicher Theil von der Geſchwindigkeit des Stroms verwandt, um in der Strömung ein Gleichgewicht herzuſtellen, welches ſie ſelbſt unaufhörlich ſtört.

Eilfter Satz.

Wenn Waſſer, das aus einem Gefäſse durch eine horizontale Oeffnung ausflieſst, noch in irgend eine andere Bewegung geſetzt wird, ſo bildet es ſenkrecht über der Oeffnung einen hohlen Wirbel.

Der Bürger Boſſut hat dieſe Art Wirbel ſehr gut beſchrieben. *) Sie unterſcheiden ſich zwar ihrer Natur nach von denen, die wir im vorigen Satze betrachtet haben, entſtehn aber doch aus einer analogen Urſache, und deshalb will ich hier von ihnen handeln.

Es ſey DC, (Fig. 4,) ein Horizontalſchnitt unweit der Oeffnung EF, durch welche das Waſſer aus dem Behälter MN ausflieſst. Das Waſſertheilchen D in dieſem Schnitte bewegt ſich nach DB, ſchief gegen die Achſe AB des Behälters, und dieſe Bewegung läſst ſich in zwei andere nach DC und nach CB zerlegen. Wir wollen ſetzen, der ganze Horizontalſchnitt DQ bewege ſich mit derſelben Geſchwindigkeit als das Theilchen D längs der Achſe CB, in paralleler Lage herunter, ſo kommt es nun darauf an, die Bewegung des Theilchens D nach DC, in der Ebene DQ zu beſtimmen, vermittelſt derer alle Waſſertheilchen im Schnitte DQ ein Beſtreben annehmen, ſich dem Mittelpunkte C des Horizontalſchnitts zu nähern.

*) *Hydrod.* Nro. 432.

Wird diesen Wassertheilchen eine zweite horizontale Bewegung nach irgend einer von DC verschiedenen Richtung eingedrückt, so müssen sie sich vermöge beider Kräfte um den Mittelpunkt C des Schnitts, so bewegen, dass die durchlaufenen Räume den Zeiten proportional sind, und werden daher, indem sich alle diese Bewegungen in ein gewisses Gleichgewicht setzen, in einen kreisförmigen horizontalen Umlauf kommen. Wir wollen setzen, das Wassertheilchen D nähere sich dabei dem Mittelpunkte C durch eine Art von Schneckenlinie, wo der Halbmesser der Windung stetig abnimmt; v sey die Geschwindigkeit, womit es umläuft, r die Entfernung desselben vom Mittelpunkte, und t die Zeit eines Umlaufs. Weil sich nun die durchlaufenen Sectoren wie die Zeiten verhalten müssen, so hat man ungefähr $v = \frac{1}{r}$, $t = r^2$, und die Centrifugalkraft des Theilchens $D = \frac{1}{r^3}$.*)

*) Diese Ausdrücke sind so zu verstehn, dass die Grösen in ihnen ungefähr einander proportional sind. Da die Geschwindigkeit des Theilchens D, so muss, in so fern die Sectoren den Zeiten proportional sind, die Geschwindigkeit v in dem Verhältnisse zunehmen, in welchem der Halbmesser r abnimmt, diesem also verkehrt proportional seyn, das heisst, es ist $v = \frac{1}{r}$. Nun ist bei einerlei Masse die Schwung- oder Centrifugalkraft proportional

Verfolgt man mit einiger Aufmerkſamkeit die Theilchen, die ſich auf der Oberfläche MN des trichterförmigen Behälters umherdrehen, ſo ſieht man, daſs bei dieſer Bewegung in der That die Umlaufszeiten t ſich wie r^2 verhalten, daher auch bei der Annäherung an den Mittelpunkt C die Centrifugalkraft wie $\frac{1}{r^3}$ wächſt. Bei dieſer ſo ſtarken Zunahme wird ſie endlich ſo anwachſen, daſs ſie die Centripetalkraft DC, welche durch den ſenkrechten Druck nach SD bewirkt wird, ganz aufhebt, und dann bildet ſich eine Höhlung $KRTHPV$, um welche ſich der Wirbel vermöge der Centrifugalkraft erhalten wird, die aus ſeiner Rotation entſteht.

Dreht ſich die kreisförmige Zone $DQPR$ um die Höhlung RP, nach dem angeführten Geſetze, ſo kommt es nun darauf an, die Centrifugalkraft der Waſſerader DR zu beſtimmen. Es ſei die Schwere, (Maſſe,) eines flüſſigen Theilchens $= M$, ferner $CR = a$, $RD = b$, $DX = z$, $XZ = dz$, und die Geſchwindigkeit dieſes Theilchens $D = v$, ſo iſt die Centrifugalkraft dieſes Theilchens D, verglichen mit der Kraft der Schwere als Krafteinheit, (wenn g, $= 181$ Zoll,

$\frac{v^2}{2r}$, hier mithin proportional $\frac{1}{r^3}$. Und da die Umlaufszeiten gleich ſind $2\pi r : v$, ſo ſind ſie hier r^2 proportional. *d. H.*

die Fallhöhe während der erſten Secunde beträgt,) gleich $\frac{Mv^2}{2g(a+b)}$. Da ſie überdies der Gröſse $\frac{1}{r^3}$ proportional iſt, ſo iſt die Centrifugalkraft, welche das Partikelchen D in x hat, gleich $\frac{Mv^2(a+b)^2dz}{2g(a+b-z)^3}$, und mithin die Centrifugalkraft der Waſſerader DX gleich $\frac{Mv^2(a+b)^2}{4g(a+b-z)^2}$ + *Conſt.* und die der Waſſerader DR gleich $\frac{bMv^2}{4a^2g}$. $(2a+b)$. *) Und da bM die Schwere dieſer Ader iſt, ſo verhält ſich die Centrifugalkraft derſelben zu ihrer Schwere, wie $v^2(2a+b) : 4a^2g$.

*) Venturi's unnöthige Weitläufigkeit, dieſe Formeln darzuthun, glaubte ich im Texte verlaſſen zu müſſen. Den bekannten Lehren von der Schwungkraft zufolge iſt die Schwungkraft oder die Centrifugalkraft bei der Kreisbewegung, verglichen mit der Schwere als Krafteinheit, $\frac{Mv^2}{2rg}$. Da nun in D der Halbmeſſer r gleich $CD = (a+b)$ iſt, ſo iſt dort die Schwungkraft des Partikelchens D gleich $\frac{Mv^2}{2g(a+b)}$. In X iſt der Halbmeſſer $CX = (a+b-z)$. Nun iſt die Schwungkraft in unſerm Falle zugleich den Gröſsen $\frac{1}{r^3}$ proportional. Alſo verhält ſich $\frac{1}{(a+b)^3} : \frac{1}{(a+b-z)^3}$

Je mehr ſich die Waſſerzone $DRPQ$ der Oeffnung EF nähert, deſto mehr nimmt der Druck nach SD zu, um deſto mehr muſs folglich auch die Centrifugalkraft der Zone vergröſsert, folglich der Halbmeſſer der Höhlung RC verringert werden, damit die Centripetalkraft der Zone aufgehoben werde. Dies giebt Gründe an die Hand, woraus ſich die krumme Linie, welche der ſenkrechte Schnitt des Trichters KRT bildet, beſtimmen läſst. Ich ſetze, der gröſsern Leichtigkeit halber, voraus, daſs die Wände des Gefäſses die nämliche Form MD, wie dieſer Trichter, haben, ſo daſs $DR = b$ eine conſtante Gröſse ſey. Ferner ſey $AC = x$ und $CR = y$. Statt a in der vor-

$= \frac{Mv^2}{2g(a+b)} : \frac{Mv^2(a+b)^2}{2g(a+b-z)^3}$, und dieſes letztere iſt die Schwungkraft des Partikelchens D in X. Mithin iſt die Schwungkraft des Elements dz gleich $\frac{Mv^2(a+b)^2\,dz}{2g(a+b-z)^3}$, und die Schwungkraft der ganzen Waſſerader z gleich dem Integral dieſes Ausdrucks, d. h., gleich $\frac{Mv^2(a+b)^2}{4g(a+b-z)^2}$ + *Conſt.*, worin, da für $z = o$ auch das Integral o iſt, *Conſt.* $= \frac{-Mv^2}{4g}$ iſt. Setzt man alſo $z = b$, ſo findet ſich die Centrifugalkraft der ganzen Waſſerader DR gleich $\frac{Mv^2}{4g}\cdot\left(\frac{(a+b)^2-(a+b-z)^2}{(a+b-z)^2}\right)$

$= \frac{bMv^2}{4a^2g}(2a+b.)$ *d. H.*

hergehenden Formel y gesetzt, verhält sich, wie vorhin dargethan ist,

der Wasserader DR : Wasserader DR
Centrifugalkraft : Schwere
$= v^2(2y + b) : 4y^2g$

zugleich verhält sich aber auch

der Wasserader DR : Wasserader SD
Schwere : Druck
$= b : x$

folglich, wenn man beide Proportionen zusammensetzt,

der Wasserader DR : Wasserader SD
Centrifugalkraft : Druck
$= bv^2(2y + b) : 4xy^2g$

Und diese Grösen müssen gleich seyn, wofern Gleichgewicht vorhanden seyn soll. *) Mithin ist $xy^2 - \frac{bv^2y}{2g} - \frac{b^2v^2}{4g} = 0$ die Gleichung der krummen Linie KRT, und diese ist also die 64ste von den Linien der dritten Ordnung bei Newton. Sie ist nach der Achse zu convex und hat zwei Asymptoten, wovon die eine die Achse AY

*) Denn der Seitendruck, den ein Wassertheilchen leidet, ist der darüber stehenden Wasserhöhe im Gefäse proportional. Soll also die Centrifugalkraft jeder Wasserader DR ihrer Centripetralkraft gleich seyn, so muss auch $bv^2(2y + b) = 4xy^2g$ seyn.
d. H.

iſt, und die andere durch die beiden unendlich entfernten Punkte *M*, *N* geht.

Wenn die Vorausſetzungen bei dieſer Theorie nicht ganz mit der Natur zuſammen ſtimmen, ſo kommen ſie ihr doch ſehr nahe, und ein ſolcher Wirbel, deſſen Höhlung die convexe Seite der Achſe zukehrt, und worin ſehr nahe $t = r^2$ iſt, iſt nicht bloſs möglich, ſondern auch wirklich in der Erfahrung vorhanden.

Verſuch 26. Man öffne die Mündung *EF* und drücke dem Waſſer des Behältniſſes irgend eine Bewegung, unabhängig von der ein, welche die Schwere und der Druck der herumgehenden Theilchen demſelben zu geben ſtreben, ſo fängt allemahl das Wirbeln in den Theilen an, welche dem Boden am nächſten ſind, und geſchieht hier mit der gröſsten Geſchwindigkeit. Die Bewegung nach *DB* iſt nämlich in den Theilen, die der Mündung *EF* näher liegen, ſtärker convergirend und geſchwinder, *) daher die Centripetalkraft *DC* hier ihre Wirkung eher als in den obern Theilen hervorbringt. Dieſe fallen in den Trichter, der ſich unten zu bilden anfängt, und bekommen dadurch ſelbſt eine Centripetalkraft, worauf ſich der Trichter bis zu einer Höhe öffnet, die weit gröſser iſt, als die, wo man die Convergenz der Waſſeradern

*) Bernoulli *Hydrod.*, Sect. 4, §. 3. Boſſut, Art. 427.

gegen die Mündung *EF* in einem ziemlich ruhigen Waſſer bemerkt.

Verſuch 27. Man lege auf die Oberfläche des Waſſers irgend einen ſchwimmenden Körper, der breit genug iſt, um daſelbſt die Bildung des Trichters zu verhindern. Wird das Waſſer ſtark bewegt, ſo entſteht dann der Trichter im untern Theile, und die Luft geht in denſelben durch die Oeffnung *EF* hinein. Folglich iſt der Druck der Atmoſphäre auf die obere Waſſerfläche nicht der Grund der Höhlung und des Trichters; die Luft dringt nur hinein, weil ſie die Höhlung durch die Centrifugalkraft gebildet vorfindet.

Verſuch 28. Wenn das Waſſer ruhig und ohne kreisförmige Umdrehungen bleibt, ſo leert ſich das Gefäſs in 40″ aus; wird es in kreisförmige Umdrehungen geſetzt, ſo erfolgt die Ausleerung in ungefähr 50″. Man kann alſo nicht unbeſtimmt ſagen, daſs der Waſſerwirbel die Materien durch die Oeffnung *EF* mit mehr Kraft, als wenn es keinen Wirbel gegeben hätte, hindurchtreibt und fortzieht.

Verſuch 29. Man gieſse über das Waſſer im Gefäſse eine Lage Oehl. Sobald der Trichter ſich bildet, ſinkt das Oehl hinein und geht vor dem gröſsern Theile des darunter ſtehenden Waſſers heraus. Die Oehltheile nehmen weniger Theil an der Rotation des untern Waſſers. Da ſie weniger dicht ſind, ſo entfernen ſie ſich auch von der Achſe

weniger als das Waſſer, und flieſsen deshalb zuerſt heraus, da nichts ſie im Trichter hält.

Verſuch 30. Jeder andere kleine Körper, der auf dem Waſſer des Gefäſses ſchwimmt, wirkt, wofern er nur klein genug iſt, gerade ſo, wie das Oehl. Iſt ſein Umfang gröſser, ſo befindet ſich das äuſserſte Ende des Körpers, welches nach der Achſe des Trichters zu liegt, während er ſich der Höhlung nähert, in einer Stelle, wo die Cirkulation reiſsender iſt. Dieſe ſchnellere Bewegung, die einem der äuſserſten Enden des ſchwimmenden Körpers eingedrückt wird, pflanzt ſich, den Geſetzen der Mechanik gemäſs, auf den Schwerpunkt des Körpers fort; und da dieſer weiter von der Achſe abliegt und langſamer cirkulirt, ſo entfernt ſich der Körper dadurch von dem Rande der Höhlung, in die er ſchon hinein zu fallen im Begriffe war. Nach weniger Zeit kommt er zum Rande des Trichters zurück, wird wiederum davon zurückgetrieben, und ſo dauert ſeine Bewegung abwechſelnd fort. Wird endlich, nachdem der Trichter ſchon gebildet iſt, auf das Waſſer ein ſchwimmender Körper gelegt, der gröſs genug iſt, um die ganze Weite des Trichters zu bedecken, ſo zerſtört er ihn in ſeinem obern, zuweilen auch in ſeinem untern Theile. Der Grund davon iſt, weil der Körper, der ſich um ſeinen Mittelpunkt lediglich nach dem Geſetze von $v = r$ drehen kann, durch das Reiben die Drehung des Waſſers nach dem Geſetze

$v = \frac{1}{r}$ in den Theilen, die er berührt, aufhebt, und dadurch die trichterförmige Höhlung zerstört.

Zwölfter Satz.

Die Seitenmittheilung der Bewegung findet in der Luft gerade so, wie im Wasser Statt.

Das Wehen des Windes, der sich mitten in einer ruhigen Luft bewegt, erregt Wellen und Wirbel um den Luftstrom gerade so, wie das im Wasser geschieht. Man bemerkt sie am besten beim Rauche, wenn er sich von einem Feuerherde, gleich einem dunkeln Baume, der aus einem bewegten Vulkane hervorgeht, erhebt; auch am Staube, der in einem dunkeln Zimmer schwebt, wenn man hineinbläst, und ihn dabei von einem Sonnenstrahle erleuchten läfst.

Man findet häufig, dafs, wenn der Wind aus Süden kommt, die Nordseite eines Berges zu gleicher Zeit von einem Nordwinde getroffen wird. Dieser partiale und lokale Wind ist nichts als der Wirbel, der aus dem Widerstande des Berges gegen den herrschenden Südwind herrührt. Vielleicht ist dieses auch der Grund, warum zuweilen der Wind auf die Segel eines Schiffs, wenn sie gegen die Richtung desselben eine zu schiefe Stellung haben, nach entgegengesetzter Richtung wirkt.

Der Dampfstrahl, der aus einer Dampfkugel dringt, treibt die umgebende Luft mit sich fort auf

die glühende Kohle, die man davor hält. Man hat daher keinen Grund, zu schliefsen, dafs es der Wasserdampf sey, der, indem er sich hierbei zersetzt, die Glut anfacht, und das Verbrennen der Kohle befördert. *)

Eben so ist es bekannt, dafs die Gestalt des Schornsteins auf das Aufsteigen des Rauchs und dessen Beschleunigung Einfluss hat, und ich selbst habe im VIIten Satze darüber Regeln aufgestellt.

In den Orgelpfeifen bestreicht die Luft, die aus der Oeffnung der Pfeife herausgeht, das Ende der in der Röhre eingeschlofsnen Luftsäule, von der Seite, der Länge nach. Es verhält sich dabei alles ungefähr wie bei einer elastischen Feile, die auf einer elastischen Oberfläche reibt. Ist gleich die Luftsäule flüssig, so hängen doch auch in ihr die Theile so zusammen, dafs die Zitterungen, (*trémissements*,) die in der geriebenen Stelle erregt werden, sich

*) Dafs hierin blofs die zuströmende atmosphärische Luft wirkt, und nicht eine Zersetzung des Wasserdampfs aus der Aeolipila, beweist eine Erfahrung des Dr. Lewis, (*Philosoph. Commerce of Arts*, p. 21,) der bemerkte, dafs der Dampfstrahl aus der Aeolipila stets sein Feuer auslöschte, wenn er nicht durch atmosphärische Luft ging. Zwar zersetzt allerdings die glühende Kohle das Wasser; allein bei der Erzeugung des Wasserstoffgas und der Kohlensäure wird so viel Wärmestoff gebunden, dafs schon deshalb die Kohle verlöschen müsste. *d. H.*

sich bald seitwärts der Luftsäule in ihrer ganzen Dicke mittheilen. Dadurch kommt diese in Schwingungen, welche unter sich und mit der Geschwindigkeit des reibenden Windes im Gleichgewichte sind, wobei sich, wenn es nöthig ist, die Luftsäule ihrer Länge nach in verschiedne Schwingungsknoten eintheilt. *) Durch wiederhohlten Anstofs, (*coups*,) bringt der Wind, der aus der Oeffnung der Pfeife herausgeht, die eingeschlossene Luftsäule in gröfsere Schwingungen, als in die sie nach den Gesezen des Stofses und der Seitenmittheilung der Bewegung durch eine einzige Impulsion gerathen müfste. In dem Schnarrregister und bei ähnlichen Instrumenten wirkt die Ursache, welche die Schwingungen erregt, auf die Luft in der Pfeife nicht blofs längs der Seite derselben; sondern sie trifft sie geradezu in der Mitte, und dadurch theilt sie ihre Schwingungen der ganzen Luftmasse um so besser mit. **)

*) *Mémoires de l'Acad.*, an. 1762, p. 431.

**) Was die Töne der Orgelpfeifen betrifft, so giebt Herr Chladni in seiner interessanten Abhandlung *über die Longitudinal-Schwingungen der Saiten und Stäbe*, Erfurt 1796, 14 S., folgende der Natur der Sache besser entsprechende Erklärung.

„Auch die Töne einer Pfeife gehören unter die *Longitudinal-Schwingungen*. Meines Wissens hat noch niemand etwas Besseres darüber gesagt, als Daniel Bernoulli, in seiner *Théorie des tons de*

Unter übrigens gleichen Bedingungen hängt die Stärke des Tons, der sich aus der Pfeife durch die Atmosphäre fortpflanzt, von der Gröfse der Luft-

l'Orgue, in den Schriften der Pariser Akademie der Wissenschaften, und Lambert, in einer Abhandlung *sur les tons des flutes*, in den *Nouvelles Mémoires der Berliner Akademie*, 1775, auch Euler, in den *Nov. Comm. Acad. Petrop.*, t. 16. Nicht die Pfeife oder Röhre ist der klingende Körper, sondern die darin eingeschlossne und von der übrigen Luftmasse dadurch abgesonderte Luftsäule, welche durch Blasen genöthigt wird, sich eben so, wie ein elastischer Stab, nach der Richtung der Länge auszudehnen und zusammenzuziehen, oder sich in Theile eintheilt, die sich auf diese Art bewegen, und diese Schwingungen werden von der umgebenden Luft fortgepflanzt. Dabei sind die Folgen von Tönen dieselben, wie bei den longitudinalen Bewegungsarten der Stäbe. Die höhern Töne lassen sich am leichtesten in verhältnifsmäfsig engen Pfeifen, durch ein stärkeres und etwas verschiednes Anblasen, hervorbringen. In *offnen Pfeifen* finden ganz die Bewegungen und Tonverhältnisse statt, wie bei den Longitudinal-Schwingungen eines an beiden Enden freien Stabes; in *gedeckten* Pfeifen, (d. i. deren eines Ende verschlossen ist,) wie an Stäben, deren eines Ende befestigt ist. Wenn man Mittel hätte, in einer an beiden Enden verschlofsnen Röhre die Luft in eine solche zitternde Bewegung zu versetzen; so würde die Tonfolge die nämliche seyn, als wenn die Röhre an beiden Enden offen wäre, welches schon Bernoulli bemerkt hat, und die Bewegungen

ſchicht am äuſserſten Ende der Röhre, und von der Weite der Schwingungen dieſer Schicht ab. Sie iſt es, welche gegen die Atmoſphäre ſchlägt und

dieſelben, wie bei den Longitudinal-Schwingungen eines an beiden Enden befeſtigten Stabes.

Auch die Töne, welche man durch Brennen des Waſſerſtoffgas in einer gläſernen oder andern Röhre erhält, (die ſogenannte *brennende Harmonika*,) ſind nichts anderes als Pfeifentöne. Durch die Flamme und die Strömung der ſich entwickelnden entzündbaren Luft wird die in der Röhre befindliche Luftſäule, eben ſo wie durch Anblaſen, in eine longitudinale zitternde Bewegung verſetzt, und die Töne ſind ganz die nämlichen, als wenn man ſie hineinbläſt. Sie richten ſich auch ganz nach denſelben Naturgeſetzen, wie andre Pfeifentöne, wie ich in einem Aufſatze in den Schriften der Berliner Geſellſchaft naturforſchender Freunde ausführlich gezeigt habe.

Die Fortleitung des Schalles durch die Luft, und die Schwingungen der Luft in einer Pfeife, beruhen indeſs auf einerlei Geſetzen, wie ſich das unter andern ſchon daraus erſehn läſst, daſs die Geſchwindigkeit der Schwingungen in der Pfeife, bei übrigens gleichen Umſtänden, gar nicht von der Weite, bloſs von der Länge der Pfeife abhängt, und folglich gar nicht verändert wird, wenn man die Seitenwände der Pfeife unbeſtimmt erweitert, oder ſie ganz wegnimmt und der freien Luft überall den Zutritt verſtattet.“ *d. H.*

ſie in Pulſationen bringt. *) Aus dieſem Grunde geben die kegelförmigen divergirenden Röhren einen ſtärkern Ton, als die cylindriſchen, und dieſe wiederum einen ſtärkern als die ſpindelförmigen Pfeifen, (*tuyaux à fuſeau*,) und die Orgelpfeifen mit einem länglichen Deckel, (*tuyaux à cheminée*.) Die erſte Urſache des Tons, die im Mundloche der Pfeife wirkt, würde allein in der Atmoſphäre nie ſo ſtarke Pulſationen erzeugen, weil ſie ſie vermöge der Seitenmittheilung in einer kegelförmigen divergirenden Röhre hervorbringt. Man wird der Erklärung dieſes Phänomens beiſtimmen, wenn man folgendes bemerkt: 1. In einer Reihe an einander ſtoſsender elaſtiſcher Körper, deren Maſſen nach einer beſtimmten Progreſſion wachſen, ertheilt der erſte dem letzten durch die Zwiſchenwirkung der übrigen eine gröſsere Geſchwindigkeit, als er ihn durch den unmittelbaren Stoſs würde mitgetheilt haben. 2. Die in der Röhre erregten Schwingungen haben eine gewiſſe Permanenz, die ſie fähig macht, durch die vereinigte Wirkung der auf einander folgenden Impulſionen an Stärke zuzunehmen, indeſs in der freien Atmoſphäre jede Pulſation überhingehend und iſolirt iſt.

Sollte nicht auch die Verſtärkung des Tons in den Sprachröhren zum Theil der nämlichen Urſache, der Seitenmittheilung der Bewegung, und nicht

*) Man weiſs, daſs die Materie, aus der die Wände der Röhre beſtehen, keinen merklichen Einfluſs auf ihren Ton hat. *V.*

blofs der Reflexion der ſonoriſchen Linien mittelſt der Wände des Sprachrohrs zuzuſchreiben ſeyn?

Ich nenne diejenigen Schwingungen, die ſich in einer Röhre, wenn man darin den Ton erregt, erzeugen, *wiedertönende, (réſonnantes,)* diejenigen hingegen, welche den Ton in der Atmoſphäre fortpflanzen, *Pulſationen* oder *fortgepflanzte Schwingungen.* Ich habe ſchon einen Unterſchied angezeigt, der mir zwiſchen dieſen beiden Arten von Schwingungen Statt zu finden ſcheint; die erſtern haben nämlich eine gewiſſe Permanenz, und hängen ſo unter einander zuſammen, daſs die vorhergehende die nachfolgende erregt, erhält und verſtärkt, indeſs die Pulſationen, die in der Atmoſphäre bei wiederhohlter Wirkung des tönenden Körpers auf einander folgen, iſolirt und von einander unabhängig ſind. Doch iſt folgende Verſchiedenheit unter dieſen beiden Arten von Schwingungen noch merkwürdiger.

Die Erfahrung lehrt, daſs, wenn am äuſserſten Ende der Röhre *ABC*, (Fig. 7,) in der Luftſchicht *BC* eine wiedertönende Schwingung vorgeht, dieſe der Mittelpunkt von Pulſationen wird, die ſich rings umher nach *PSQ* fortpflanzen. Denn wohin wir uns auch ſeitwärts, nach *P* oder *Q* zu, ſtellen, immer hören wir den Ton der Röhre *ABC* beinahe eben ſo ſtark, als in *S*. Fehlt dagegen die Röhre, und iſt die Schwingung in *CB* eine bloſse *Pulſation*, die ſich durch die freie Atmoſphäre von *A* nach *B* fortgepflanzt hat; ſo pflanzt ſich in dieſem

Falle die Pulsation nicht seitwärts und vollständig bis nach P und Q fort, wie die wiedertönende Schwingung, sondern hält sich beinahe gänzlich in den Grenzen BZ und Cr mit einer Divergenz von 15 bis 20 Graden. Dieses Factum ist zwar von mehrern Physikern bestritten worden, läfst sich aber nicht mehr in Zweifel ziehn, seitdem ausgemacht ist, dafs man das Echo, welches von einer Ebene erzeugt wird, nur hört, wenn man sich auf die Reflexions-Linie des Tons, oder nicht weit davon stellt. *) Würde die Pulsation des Echo's rund umher vor der reflectirenden Fläche, wie um einen Mittelpunkt fortgepflanzt, müfste man dann nicht das Echo in jeder beliebigen Stelle vor dieser Fläche hören? Man mufs folglich für die tönenden Pulsationen, die in der Atmosphäre fortgepflanzt werden, dieselben Ausnahmen und Grenzen in der Seitenmittheilung der Bewegung annehmen, die wir in dem ersten und in dem fünften Satze in Hinsicht des Wassers festsetzten.

*) Lambert *Mémoires de Berlin*, an. 1763, p. 91.

II.

VERSUCHE
über die Fortpflanzung des Schalles durch feste und flüssige Körper, und über die Resonanz musikalischer Instrumente.

von

PEROLLE,

Professor der Medicin zu Toulouse. *)

1. *Fortpflanzung des Schalles durch feste und flüssige Körper.*

Nachdem man die Fortpflanzung des Schalles durch Wasser, **) durch Luft von verschiednen Graden der Dichtigkeit ***) und durch mehrere Gasarten ****) untersucht hatte, so schien mir noch eine beträchtliche Ernte von Thatsachen zur physikalischen Kenntniss des Schalles übrig zu seyn, wenn

*) Aus den *Mémoires de l'Acad. Roy. de Turin*, t. 5, A. 1790, 91.

**) Nollet *Mémoires de l'Acad. Roy. de Paris*, 1743.

***) Muschenbroek *Introd.* etc., n. 1442. Nollet *Leçons de Physique*, t. 3, p. 355.

****) Priestley's *Experiments and Observations* etc., und meine in den *Mémoires de Turin*, t. 3, 1786, 87, mitgetheilten Versuche.

man den Schall durch eine Menge feſter und flüſſiger Körper verſchiedner Art durchführte und ihre Wirkung dabei vergliche. Dieſer Gedanke leitete mich bei der Reihe von Verſuchen, von denen ich hier Rechenſchaft ablege, und die ich im zweiten Theile dieſer Abhandlung benutzen werde, um daraus die Urſache der Reſonanz der Körper zu erklären.

Da alle Verſuche zuletzt auf der folgenden Erfahrung beruhen, ſo verdient ſie vorzügliche Aufmerkſamkeit.

Experiment 1. Man verſtopfe die Ohren mit gekautem oder zermalmtem Papiere, hänge eine Taſchenuhr an einen Haken auf, und halte das Ohr bis auf zwei Linien dicht an die Uhr, ſo wird man ihren Schlag nicht hören. Darauf nehme man einen feſten Körper, z. B. einen cylindriſchen hölzernen Stab, 1 oder 1½ Fuſs lang und 1 oder 2 Linien dick, halte das eine Ende deſſelben an die Uhr, und das andere Ende an einen der zahlreichen Theile des Kopfs, welche den Schall beim Berühren fortpflanzen, *) z. B. an den knorpligen Theil des Ohrs; ſo wird man den Schall weit beſſer hö-

*) Faſt jeder Theil des Kopfs pflanzt den Schall fort, wenn ihn der ſchallende Körper unmittelbar berührt; wie man das leicht mit einer Uhr bei verſtopften Ohren verſuchen kann. Siehe meine *Diſſert. anat.* und meine *Recherches ſur l'Organe de l'Oui et la propr. des ſons*, im *Journal de Phyſique*, 1773, t. 2.

ren, als wenn man den ſchallenden Körper in der Luft, dicht vor offne Ohren gehangen hätte.

Da der Schall im erſten Falle zwei Linien von der Uhr gar nicht, im zweiten Falle hingegen in weit gröſserer Entfernung ſehr ſtark gehört wurde; ſo iſt es klar, daſs der hölzerne Stab den Schall beſſer fortpflanzte als die atmoſphäriſche Luft. — Zugleich überſieht man, daſs, um das Vermögen verſchiedner feſter Körper, den Schall fortzupflanzen, mit einander zu vergleichen, nichts weiter nöthig iſt, als ſich cylindriſche Stäbe von derſelben Länge und Weite als jenen hölzernen, aus dieſen Materien anzuſchaffen, und mit ihnen dieſen Verſuch zu wiederhohlen. Das geſchah bei folgenden Experimenten.

Experiment 2. Als ich den Verſuch mit cylindriſchen Stäben, 1 Fuſs lang und 1 Zoll dick, aus verſchiednen *Hölzarten*, anſtellte, lieſsen ſie insgeſammt den Schall ſehr gut hindurch. Aber bei jedem neuen Stabe ſchien ſich die Art des Tons, (*le timbre du ſon*,) und auch die Intenſion des Schalles zu ändern. Es fehlt an einem Mittel, die Unterſchiede in der Art des Tons, (*timbre*,) zu beſtimmen. Die Stärke oder Intenſion des Schalles ſchien dagegen in folgender Ordnung abzunehmen, von der erſtern Holzart an, die ihn mit der gröſsten Lebhaftigkeit fortpflanzte: Weiſs-Tanne, Braſilienholz, Buxbaum, Eiche, Kirſchbaum, Kaſtanie.

Experiment 3. Ich nahm darauf *metallne Cylinder* von derſelben Gröſse. Sie pflanzten den Schall ſchlechter als die hölzernen fort, auch war die Art des Tons anders, ſo wie dieſer auch in verſchiednen Metallen verſchieden ſchien. Die Intenſion, mit der ſie den Schall fortpflanzten, nahm in folgender Ordnung ab: Eiſen, Kupfer, Silber, Gold, Zinn, Blei.

Experiment 4. Ich hing meine Uhr hinter einander an Schnüre von *Seide*, von *Wolle*, von *Hanf*, von *Flachs*, von *Haar* und von *Darm* auf, die ungefähr eben ſo dick, und völlig ſo lang als die vorigen feſten Cylinder waren, und hielt das andere Ende der Schnur mit der Hand an den Knorpel des Ohrs. Die vom Gewichte der Uhr ausgedehnten Schnüre pflanzten den Schall mit geringerer Stärke als die feſten Körper fort, und veränderten ihn auf eine merkwürdige Art. Die Art des Tons ſchien in jeder Schnur verſchieden zu ſeyn, und die Intenſion des Schalles nahm folgender Maſsen ab: Darm, Haar, Seide, Hanf, Flachs, Wolle, Baumwolle.

Aus allen dieſen Verſuchen folgt: 1. daſs harte Körper und angeſpannte Schnüre den Schall weit beſſer als die atmoſphäriſche Luft durch ſich hindurch laſſen. 2. Daſs jedes dieſer Mittel ihn auf eine eigenthümliche Art hindurch läſst, ſo daſs die Art und die Intenſität des Schalles bei keinem ſo wie bei den andern ſind, ſo weit ſich darüber aus Verſuchen urtheilen läſst, die nicht immer ganz entſchei-

dende Reſultate geben. *) 3. Daſs Holz den Schall am beſten hindurchläſst, Metall mit einer geringern Stärke, und die geſpannten Schnüre mit noch minderer.

Experiment 5. Ich lieſs ferner den Schall durch Stücke von *Zink*, *Antimonium*, *Glas*, *Salz*, *Edelſtein*, *Gyps*, trocknem *Thon* und *Marmor* gehn. Da ich aber dieſen verſchiednen Materien nicht einerlei Form geben konnte, ſo lieſs ſich ihr Vermögen, den Schall hindurch zu laſſen, nicht mit Sicherheit beſtimmen. Nur ſo viel war offenbar, daſs ſie alle beſſer, als die atmoſphäriſche Luft, den Schall fortpflanzen, und daſs ihn jede dieſer Materien auf eine eigenthümliche Art verändert. Der Marmor zeichnete ſich durch die Schwäche des Schalles aus, der durch ihn hindurchgeht; zwei Stücke deſſelben von verſchiedner Geſtalt pflanzten ihn beide auf eine kaum merkliche Art fort.

Da ich meine akuſtiſchen Verſuche mit *luftförmigen Stoffen* ſchon früher bekannt gemacht habe, **) ſo ſind hier nur noch die mit *tropfbaren Flüſſigkeiten* zu erwähnen. Sie erforderten ein anderes Verfahren.

*) Dergleichen ſind beſonders die Verſuche mit den Holzſtäben und den geſpannten Schnüren.

**) *Mémoires de l'Acad. Roy. de Turin*, t. 3, 1786, 87. Das Reſultat derſelben findet man in Abhandl. IV. dieſes Stücks. *d. H.*

Experiment 6. Ich verwahrte alle Fugen am Gehäuſe meiner Uhr mit weichem Wachſe, hing ſie mittelſt eines Fadens Seide an einen Haken auf, der in der Wand befeſtigt war, ſo daſs ſie in ein 5 Zoll weites und 7 Zoll hohes Glas hinabreichte, ohne doch daſſelbe zu berühren, und merkte mir die Art des Tons und die Entfernung, bis auf welche ich den Schlag der Uhr hörte. Darauf goſs ich in das Glas, um die Uhr her, *Waſſer*. Dieſes änderte die Art des Tons, (*timbre*,) auf eine angenehme Weiſe, und der Schall wurde dabei ſo lebhaft fortgepflanzt, daſs es einem vorkam, als würden Glas und Tiſch, (der in einiger Entfernung von der Wand ſtand,) unmittelbar von einem feſten Körper geſchlagen. Noch mehr gerieth ich aber dadurch in Verwunderung, daſs bei allen dieſen Bewegungen das Fluidum, in welchem die Uhr hing, vollkommen in Ruhe blieb, und daſs deſſen Oberfläche nicht in die mindeſte Bewegung gerieth.

Als ich ſtatt des Waſſers andre Flüſſigkeiten in das Glas goſs, zeigten ſich im Ganzen die nämlichen Erſcheinungen. Nur modificirte jedes Medium den Schall anders. Er hörte auf bemerkbar zu ſeyn, in einer Entfernung von der Uhr: in *atmoſphäriſcher Luft* bei 8 Fuſs, in *Waſſer* bei 20 Fuſs, in *Olivenöhl* bei 16, in *Terpenthinöhl* bei 14 und in *Weingeiſt* bei 12 Fuſs Entfernung von der Uhr. Und nach dieſen Entfernungen richtet ſich die Intenſität, mit welcher der Schall durch die Flüſſigkeiten fortgepflanzt wird. Als ich dieſe Verſuche

wiederhohlte, fielen die Entfernungen etwas anders aus, welches entweder im Organ des Gehörs oder in zufälligem Geräuſche liegen mochte.

Aus den Verſuchen mit tropfbaren Flüſſigkeiten folgt: 1. Daſs ſie, gleich den feſten Körpern, beſſer als die Luft den Schall durch ſich hindurch laſſen, und daſs ſelbſt die fetten Oehle hierin keine Ausnahme machen, wie Morhof wähnte. 2. Daſs jedes Fluidum den Schall auf eine eigenthümliche Art abändert. 3. Wenn die Phyſiker behaupten, der Schall werde durch die Luft mittelſt Schwingungen fortgepflanzt, die nur die Durchſichtigkeit dieſes Mittels uns wahrzunehmen verhindert; ſo wird das durch meine Verſuche ſehr zweifelhaft, da in den ſichtbaren Flüſſigkeiten, ungeachtet ſie den Schall durch ſich hindurch laſſen, doch keine Bewegung erfolgt.

Endlich zeigen alle meine Verſuche zuſammen genommen, daſs jedes Medium, feſtes ſowohl als tropfbar- oder elaſtiſch-flüſſiges, die Art des Tons, (*le timbre*,) und die Stärke des Schalles auf eine eigenthümliche Weiſe abändern; oder, mit andern Worten, *daſs einerlei Schall ſich, ſo oft er durch ein andres Mittel geht, verändert.*

2. *Die Reſonanz muſikaliſcher Inſtrumente.*

Es iſt jedermann bekannt, daſs der Schlag einer Uhr viel ſtärker gehört wird, wenn man ſie auf einen Tiſch legt, als wenn man ſie trägt oder auf-

hängt. Nicht minder kennt man den grofsen Unterſchied in dem Schalle einer Stimmgabel, je nachdem ſie im Freien ſchwingt, oder ihr Stiel an einen feſten Körper von grofser Oberfläche angedrückt wird. Da die vorigen Verſuche mich darauf führten, die Zunahme in der Stärke und den harmoniſchen Klang in dieſen beiden Fällen in der Eigenſchaft des Holzes zu ſuchen, dafs es beſſer als die Luft den Schall fortpflanzte und den Ton deſſelben abändert; ſo faſste ich den Entſchluſs, hierüber eine Reihe von entſcheidenden Verſuchen anzuſtellen.

Der ſo grofse Unterſchied im Vermögen, den Schall fortzupflanzen, den ich beim Holze und beim Marmor wahrgenommen hatte, ſchien mir vorzüglich geeignet zu ſeyn, um über dieſe wichtige Frage Licht zu verbreiten, und ich ſtellte zu dem Ende folgende Verſuche an:

Experiment 1. Ich ſtemmte die ſchwingende Stimmgabel gegen eine hölzerne Tiſchplatte, und als ſie aufgehört hatte zu tönen, legte ich meine Uhr auf denſelben Tiſch. Der Schall beider nahm in gleichem Verhältniſſe zu. — Darauf legte ich eine Marmorplatte von derſelben Gröfse und Geſtalt auf das Fufsgeſtell des Tiſches, und brachte die Stimmgabel und die Uhr, gerade wie vorhin, auf dieſe Platte. Der Klang der erſtern wurde verſtärkt, doch ſehr viel weniger, als bei der Holztafel. Der Schall der Uhr wurde kaum merkbar verſtärkt.

Obgleich dieſer Verſuch meine Vermuthung ſchon ſehr beſtätigte, ſo ſuchte ich ſie doch noch auf andere Art zu prüfen.

Experiment 2. Ich legte die Uhr auf den hölzernen Tiſch, verſtopfte die Ohren mit gekautem Papiere, und näherte mich der Uhr bis auf wenige Linien, ohne daſs ich ihren Schlag hätte hören können. Darauf nahm ich einen der Holzſtäbe, deren ich mich bei den vorigen Verſuchen bedient hatte, ſetzte das eine Ende deſſelben an das Ohr, das andere an den Tiſch; und ſogleich hörte ich den Schlag der Uhr ausnehmend ſtark. Ich mochte den Stab auffetzen, an welchen Theil des Tiſches ich wollte, ſelbſt an die Füſse, immer hörte ich den Schlag deutlich.

Darauf wiederhohlte ich dieſen Verſuch auf der marmornen Tiſchplatte. Der Schlag der Uhr wurde nur ſehr undeutlich und unvollkommen gehört, und zwar nur, wenn ich den hölzernen Stab nicht weit von der Uhr auffetzte. — Mit der Stimmgabel lieſs ſich dieſer Verſuch nicht anſtellen, weil ich die Ohren nicht feſt genug verſtopfen konnte, daſs ich nicht ihren Ton noch gehört hätte.

Um meine Vermuthung ganz auſser Streit zu ſetzen, hätte ich dieſe Verſuche auf Tiſchplatten aus allen den Materien, deren ich mich in der erſten Reihe von Verſuchen bedient hatte, anſtellen müſſen, um zu zeigen, daſs die Reſonanz ſich allgemein nach dem Vermögen der Körper, den Schall fortzupflanzen, richtet. Allein die Schwierigkei-

ten, die mir hierbei aufstiefsen, beſtimmten mich, meine Verſuche darauf einzuſchränken, ob nicht die Reſonanz ſich nach Maafsgabe der Verſchiedenheit der Körper eben ſo wohl ändert, als das Vermögen, den Schall hindurch zu laſſen.

Experiment 3. Ich ſetzte daher die Stimmgabel hinter einander auf Platten von *irdener Waare, Porzellän* und *Glas*, auf dünne iſolirte *Kupferplatten* und auf *Eiſenblech*. Der Schall wurde durch alle dieſe Körper verſtärkt, und die Art des Tons ſchien bei jedem anders zu ſeyn.

Ferner ſetzte ich erſt die Stimmgabel und nachher die Uhr auf verſchiedene *muſikaliſche Inſtrumente*, Contrabaſs, Violine, Mandoline, Guitarre, Harpſichord und Horn. In beiden Fällen wurde der Schall verhältnifsmäſsig verſtärkt. Und zwar ſchien er bei den muſikaliſchen Inſtrumenten ſtärker und melodiſcher, als bei irgend einem der andern Körper zu werden. Die Intenſion des Tons ſchien dem Volumen des Inſtruments proportional zu ſeyn.

Aus dieſen Verſuchen folgt: 1. daſs alle feſte Körper von ausgebreiteter Oberfläche, mit denen ich Verſuche anſtellte, den ſchwachen Schall von tönenden Körpern, die mit ihnen in Berührung ſind, verſtärken, und jeder den Ton auf eine ihm eigne Weiſe abändert. 2. Daſs dieſes daher rührt, weil feſte Körper den Schall im Allgemeinen beſſer durch ſich hindurch laſſen, als die Luft, und jeder den Ton auf eine eigenthümliche

Art modificirt. **) 3. Dafs die Refonanz mufikalifcher Inftrumente vorzüglich auf diefem Grunde beruht, wiewohl auch die Gröfse ihrer Oberfläche dazu beiträgt, fie tönend zu machen. 4. Scheint das Volumen der Körper auf die Eigenfchaft der Refonanz Einflufs zu haben.

5. Maupertuis meinte, die Refonanz mufikalifcher Inftrumente, die mit Saiten befpannt find, rühre daher, weil fich in ihnen Fibern von jeder möglichen Länge befinden, und jeder Ton diejenigen Fibern in Schwingungen fetze, welche mit ihm im Einklange oder in Confonanz find, indefs die andern in Ruhe bleiben. *) Diefem widerfpricht

*) *Mém. de l'Acad. de Paris*, A. 1724.

**) Auch Herr D. Chladni, und fchon viel früher der Profeffor Winkler in Leipzig, machten diefelbe Bemerkung, und fchliefsen daraus, dafs feite Körper, was die Stärke des Schalles betrifft, viel beffere Leiter als die Luft find, und dafs, ungeachtet diefe der gewöhnlichfte Leiter des Schalles ift, fie doch unter die fchlechteften Leiter deffelben gehört. Durch einen 7 Schuh langen Lindenftab, den er zwifchen die Zähne nahm, hörte Winkler den Schlag einer Uhr fo laut, als hielte er fie unmittelbar vor die Ohren, und der Schall war zugleich allen vernehmbar, die an ein Brett, auf der fie lag, Stäbe fetzten. Ein filberner Vorlegelöffel an einer Schnur zwifchen den Zähnen gehalten und angefchlagen, giebt einen wahren Glockenklang.

aber das zweite Experiment, aus welchem erhellet, dafs jede Stelle eines Körpers, der Reſonanz hat, den Schall hindurch läſst.

6. Da Marmor den Schall in gewiſſem Grade erſtickt, und unter den feſten Körpern ungefähr

„Sehr mit Unrecht hat man", ſagt Herr Chladni, „den Schall bisher als eine Bewegung der Luft angeſehn. Vielmehr heiſst *Hören* nichts anders, als einen Schall, d. i., eine ſchnelle, zitternde Bewegung eines elaſtiſchen Körpers, mittelſt der Gehörwerkzeuge empfinden, gleichviel, ob ſie durch die Luft oder durch andere flüſſige oder feſte Körper bis zum Gehörnerven fortgeleitet, und ob ſie durch das äuſsere Ohr oder durch andere Theile des Kopfes mitgetheilt wird."

Selbſt artikulirte Töne werden, nach Winkler's und Chladni's Verſuchen, durch feſte Körper ſehr gut fortgeleitet. Zwei Perſonen können ſich bei verſtopften Ohren mit einander unterhalten, wenn beide einen langen Stab oder eine Verbindung mehrerer Stäbe zwiſchen den Zähnen halten, oder ſie an die Zähne anſtämmen, beſonders am obern Theile der vordern Zähne, damit ſie dadurch nicht im Sprechen genirt werden. Auch war es einerlei, ob der Redende den Stab an ſeine Kehle, oder an ſeine Bruſt, oder an ein Gefäſs ſtemmte, in das er hineinredete, wobei die Wirkung deſto ſtärker wurde, je mehrerer Bebung das Gefäſs fähig war. An gläſernen und porzellanenen Gefäſsen ſchien Herrn Chladni die Wirkung am

ſo, wie das Waſſerſtoffgas unter den flüſſigen, auf den Schall wirkt, ſo iſt es nicht rathſam, in Kirchen, Concertſälen, Theatern und andern Gebäu-

ſtärkſten zu ſeyn; an kupfernen Keſſeln, hölzernen Kaſten und an Töpfen war ſie ſchwächer. Stabe von Glas, und nächſt ihnen von Tannenholz, leiteten dabei den Schall am beſten. Der Hörende konnte den Stab auch an die Schläfe, den Scheitel oder die knorpligen Theile des Ohrs halten, immer wurde der Schall zu den innern Gehörwerkzeugen geleitet. Selbſt wenn von beiden ein Faden zwiſchen den Zähnen etwas ſtraff gehalten wurde, war der Schall noch hörbar. Es wäre wohl der Mühe werth, bemerkt er, ob nicht durch dieſe Fortleitungsmittel Taubſtummen, bei denen bloſs das äuſsere Gehörwerkzeug fehlerhaft, aber der Gehörnerve gut iſt, artikulirte und andere Laute könnten vernehmlich gemacht werden. In einem Programm Winkler's: *De ratione audiendi per dentes*, Lipſ. 1759, und in Büchner's *Abhandlung von einer beſondern und leichten Art, Taube hörend zu machen*, Halle 1759, 8, ſind mehrere Beiſpiele angeführt, die dieſes ſehr wahrſcheinlich machen. Schon vor 50 Jahren bewährte es ſich an einem Klever Kaufmanne, der ſein Gehör faſt ganz verloren hatte. Als er zufällig ſeine irdene Tabakspfeife, die er zwiſchen den Zähnen hielt, auf den Reſonanzboden eines Klaviers legte, hörte er alle Töne deſſelben aufs vollkommenſte, und dadurch geleitet, lernte er ſich mit andern mittelſt eines Stäbchens von hartem Holze, das er und der Sprechende beide an die Zähne ſetzten, unterhalten.

den, worin es auf Fortpflanzung des Tons ankommt, viel Marmor anzubringen.

Die Verſuche, wovon dieſes die vorzüglichſten Reſultate ſind, haben mich mehrere Jahre beſchäftigt, obſchon ich ſie nicht ganz in der gewünſchten Vollſtändigkeit anſtellen konnte.

Man ſoll beſſer hören, wenn man den Stab an die vordern Oberzähne nur anlegt, als wenn man ihn zwiſchen den Zähnen hält; ihn an die Zähne des Unterkiefers allein zu halten, ſoll nichts helfen, welchem aber Winkler widerſpricht. *d. H.*

III.

BEMERKUNGEN über *den Schall und über die akuſtiſchen Inſtrumente, bei Gelegenheit des vorigen Aufſatzes,* von WILL. NICHOLSON. *)

Die Phyſik des Schalles iſt noch ſehr unvollkommen. Zwar haben die Mathematiker auf das einfache Datum, daſs tönende Körper ſich in Schwingungen befinden, welche dem umgebenden elaſtiſchen Fluido, deſſen Dichtigkeit und Elaſticität ſich meſſen läſst, mitgetheilt werden, ganze Theorien des Schalles gebaut. Allein Perolle's Verſuche zeigen, daſs es dabei auf viel mehr als auf dieſes ankommt. Vielleicht, daſs folgende Fragen und Bemerkungen für den Phyſiker nicht ganz ohne Nutzen ſind.

1. Es iſt keinem Zweifel unterworfen, daſs die Fortpflanzung des Schalles durch die Luft mit einer gewiſſen wellenförmigen Bewegung der Luft verbunden iſt, und daſs tönende Körper durch einen Schlag in Schwingungen geſetzt werden. Die Beweiſe dafür ſind ſo zahlreich, daſs es überflüſſig ſeyn würde, ſie hier aufzuzählen.

*) *Journal of Natural Philoſ.* etc. *by* Nicholſon, Nro. IX, 1797.

Der Schall, der durch Fluida fortgepflanzt wird, ſcheint im Verhältniſſe der Entfernungen abzunehmen, *) und wahrſcheinlich iſt bei feſten Körpern derſelbe Fall. Seine Intenſion muſs zugleich von der Dichtigkeit und der Elaſticität des Mittels abhängen. Der auflauernde Soldat legt ſich an die Erde, um entfernte Fuſstritte zu hören; und Franklin verſichert, den Schall zweier Steine, die auf einander geworfen wurden, faſt eine engliſche Meile weit, eben ſo ſcharf und deutlich gehört zu haben, als geſchähe das dicht vorm Ohre. **) Die Geſchwindigkeit, womit ſich der Schall durch feſte Körper fortpflanzt, iſt noch völlig unbekannt. ***)

*) Im einfachen oder im doppelten? Gewöhnlich wird das letztere, obſchon nicht aus Verſuchen, ſondern aus der Theorie gelehrt. *d. H.*

**) Franklin's *Experiments and Obſervations*, Lond. 1774, p. 445.

***) Herr D. Chladni, dem wir unter allen neuern Phyſikern die meiſten Entdeckungen über den Schall verdanken, iſt, ſo viel ich weiſs, der Erſte, der *die Geſchwindigkeit, womit der Schall durch verſchiedne feſte Körper fortgeleitet wird, beſtimmt hat*, und zwar mit einem groſsen Grade von Wahrſcheinlichkeit, (im *Voigtſchen Magazine für den neueſten Zuſtand der Naturkunde*, B. I, S. 1.) Er geht dabei von zwei Sätzen aus. *Erſtens*, daſs die Fortpflanzung des Schalles, in der Luft ſowohl als in feſten Körpern, durch Longitudinal-Schwingungen geſchieht, indem eine Strecke von Luſt

2. Der Schall pflanzt sich durch die Luft mit einer Geschwindigkeit von 1142 englischen Fufsen in

oder von irgend einer andern Art von Materie, durch die Stöfse des schallenden Körpers genöthigt wird, sich zusammenzuziehn und wieder auszudehnen. *Zweitens*, dafs der Schall, wie Euler, Bernoulli und Lambert in ihren Untersuchungen über Orgel- und Flötentöne, und auch der Graf Giordano Riccati in seinem Werke: *delle corde ovvero fibre elastiche*, Bol. 1767, q. Sched. V, §. 3, und Sched. VIII, dist. 1, erwiesen haben, durch einen mit Luft erfüllten Raum von gegebener Länge in eben der Zeit geht, in welcher eine eben so lange Luftsäule, die in einer an beiden Seiten offnen Pfeife enthalten ist, eine Schwingung macht; ein Satz, den auch schon Newton in seinen *Princ. phil. nat.*, l. II, prop. 50, schol., nur anders ausgedrückt, aufstellte. „Die Principien," sagt Herr D. Chladni, „worauf dieser Satz beruht, scheinen allgemein genug zu seyn, um ihn auch auf feste Körper anzuwenden, und, wenigstens mit der gröfsten Wahrscheinlichkeit, anzunehmen: *dafs durch einen jeden Körper der Schall in eben der Zeit gehe, in welcher dieser Körper, wenn er ganz frei schwingt, eine Longitudinal-Schwingung macht.*" Versuchen und Berechnungen zufolge geschehn z. B. in einer offenen Pfeife von 10 Fufs Länge, (und in einer gedeckten von 5 Fufs,) ungefähr 100 Schwingungen in einer Sekunde; folglich müfste der Schall, diesem Satze gemäfs, in einer Sekunde einen Luftraum von 10 . 100, d. i., von 1000 Fufs durchlaufen. Dafs die Geschwindigkeit des Schalles ein wenig gröfser, näm-

einer Sekunde fort, und die Geſchwindigkeit des ſtärkſten Windes beträgt nicht völlig 90 Fuſs.

lich von 1040 pariſer Fuſs iſt, widerſpricht dem Satze nicht, da die Luftſäule, welche beim Tönen einer Pfeife zittert, immer ein wenig länger als die Pfeife ſelbſt iſt, wie Graf Riccati, Sched V, beweiſt, und wie man ſich leicht überzeugen kann, wenn man die Hand nahe an die Oeffnung einer Pfeife hält, wo man die zitternde Bewegung der Luft ſtark empfindet.

Gilt dieſer Satz allgemein, ſo müſſen feſte Körper den Schall in eben dem Verhältniſſe ſchneller fortleiten, in welchem der Ton, den ſie bei gleicher Länge und gleicher Art von Longitudinal-Schwingung geben, höher iſt. Nun ſind

die Töne in Stäben, die mit einer offenen Pfeife gleiche Länge haben, höher als die Töne der Luftſäule in der Röhre,		Mithin wäre die Geſchwindigkeit, womit der Schall durch dieſe Materien fortgepflanzt würde, in 1 Sekunde von ungefähr
bei	um Octaven	
Zinn,	2 u. 1 Septime	7800 pariſer Fuſs
Silber,	3 u. 1 ganz. Ton	9300 — —
Kupfer,	3 u. 1 Quinte	12500 — —
Eiſen u. Glas,	4 u. 1 halb. Ton	17500 — —

Die Hölzer, welche Herr D. Chladni unterſucht hat, würden den Schall mit einer Geſchwindigkeit von ungefähr 11000 bis beinahe 18000, und gebrannter Pfeifenton mit einer Geſchwindigkeit von 10000 bis 12000 pariſer Fuſs fortleiten.

Die angegebene Zahl von Schwingungen in einer gedeckten 5 Fuſs langen Orgelpfeife beruht auf einem ſcharfſinnigen Verſuche des Kapellmei-

Man ſollte hieraus vermuthen, daſs die Geſchwindigkeit des Schalles bei günſtigem und bei entgegen wehendem Winde verſchieden, die Intenſität in beiden Fällen aber ziemlich gleich ſeyn werde. Allein die Erfahrung lehrt gerade das Gegentheil. Hieraus und aus andern Umſtänden glaubten einige Phyſiker ſchlieſsen zu müſſen, nicht die Luft, ſondern ein anderes viel feineres Fluidum, ſey das Mittel, welches den Schall fortpflanzt.

ſters Sarti zu Petersburg, der von zwei ſolchen Pfeifen, die im vollkommenſten Uniſono waren, die eine mit einem Schieber verkürzte, und dadurch ihren Ton erhöhte. So oft beide Schwingungen zuſammentrafen, hörte man eine Art von trommelartigem Schlage, und dieſe folgten daher um ſo langſamer auf einander, je kleiner das Intervall der beiden Pfeifentöne war. Als ſie genau um eine Sekunde aus einander lagen, verhielten ſich die Schwingungen der beiden Orgelpfeifen zu einander wie 100 : 99, ſo daſs dann alſo der höchſte der beiden Töne in 1 Sekunde 100 Schwingungen machte. Verglichen mit dieſem Tone kamen auf das eingeſtrichne *A* 436 Schwingungen in einer Sekunde.

Mit Hülfe des zweiten Satzes läſst ſich umgekehrt die Zahl der Luftſchwingungen in einer Pfeife aus der beobachteten Geſchwindigkeit des Schalles in freier Luft, berechnen. Man findet ſie, indem man die Geſchwindigkeit mit der Länge der Pfeife dividirt, und ſo kämen 104 Schwingungen auf eine 10füſsige offne Pfeife. *d. H.*

3. Der Schall scheint des Nachts von gröſserer Intenſität als den Tag über zu ſeyn, und wird weiter gehört. In einer ſtillen Nacht hört man von der Weſtminſter Brücke aus die Stimmen der Arbeitsleute in der 3 engliſche Meilen entlegenen Diſtillirfabrik zu Batterſea. Das Schreien der Schildwachen zu Portsmouth hört man 4 bis 5 engliſche Meilen weit zu Ride in der Inſel Wight, und ſolche Beiſpiele, wo ein ſchwacher Schall in noch gröſserer Entfernung gehört worden iſt, werden ſehr viele erzählt; ſtärkern Schalles zu geſchweigen. Es würde für die Praxis nicht unwichtig ſeyn, auszumachen, ob dieſer Unterſchied im verſchiedenen Zuſtande der Luft, oder im ſchärfern Gehör bei Nacht, oder darin liegt, daſs das gewöhnliche Geräuſch des Tages ruht. Einige ſorgfältige Beobachtungen, die ich über den Schlag einer Uhr bei Nacht, und über die Verſchiedenheit in der Dauer dieſes Schalles, wenn es ganz ſtill war und wenn ein Wagen vorbeifuhr, angeſtellt habe, haben mich völlig überzeugt, daſs dieſer Unterſchied bloſs durch die gröſsere oder mindere Stille bewirkt wird, und daſs, wenn ein anderes Geräuſch auf das Gehör wirkt, kein willkührliches Anſtrengen oder Aufmerken einen nahen Ton um vieles hörbarer machen kann. Das Ohr iſt in dieſem Falle in derſelben Lage wie das Auge, welches am Tage keine Sterne, oder hinter der Lichtflamme keine Gegenſtände wahrnehmen kann.

4. Man würde bei Tage optiſche Inſtrumente nicht brauchen können, wenn man nicht die Strahlen von andern Gegenſtänden, auſser den zu betrachtenden, vom Auge abhielte. Gerade ſo, ſcheint es, iſt für die Verbeſſerung unſerer *akuſtiſchen Inſtrumente* wenig Hoffnung, wenn man nicht ein Mittel erfindet, den fremden, ſtörenden Schall vom Ohre abzuhalten.

Zahlreiche Verſuche thun dar, das der Schall zurückgeworfen wird, und daſs er nach Beſchaffenheit der zurückwerfenden Körper einen ſtärkern oder ſchwächern Eindruck auf das Ohr macht. Optiſche Inſtrumente ſetzt man in geſchwärzte Röhren, die ſo lang ſind, daſs nur die Lichtſtrahlen, die aus einem kleinen Geſichtsfelde herkommen, geradezu in das Auge gelangen; alle andere ſtoſsen gegen die geſchwärzte Röhre, und werden nach einer oder ein Paar Reflexionen gänzlich verſchluckt. In wie fern eine ähnliche Wirkung ſich beim Schalle hervorbringen läſst, das muſs noch erſt durch Erfahrungen und Schlüſſe ausgemacht werden. Zwei engliſche Meilen von London entfernt, horchte ich durch eine hölzerne 8 Fuſs lange und 3 Zoll weite, cylindriſche Röhre, auf das Geräuſch, welches von der Hauptſtadt kam. Ich glaube mich durch keine vorgefaſste Meinung getäuſcht zu haben, wenn ich das Rollen und Schlagen der Räder auf dem Pflaſter deutlich, und ſehr viel ſtärker als irgend ein anderes Getön hörte. Nähern Schall, der nicht in der Richtung der Röhre lag, hörte ich ſchwächer, einem muſi-

kalischen Tone gleich, welches wahrscheinlich von seinem öftern Zurückwerfen unter demselben Winkel, unter dem er in der Röhre aufgefallen war, herrührte. Nur in so fern setze ich auf diesen Versuch einigen Werth, als er darauf zu deuten scheint, dass ein Tuchbeschlag in akustischen Instrumenten den schädlichen Schall, der nicht aus der Richtung der Achse herkommt, abhalten möchte, indess das Instrument diese Töne verstärkt und hörbar macht.

5. Perolle zieht am Ende der ersten Abtheilung daraus, dass bei seinen interessanten Versuchen mit der Uhr, Wasser und andere Flüssigkeiten in keine sichtbare Bewegung geriethen, den Schluss, dass das Medium, welches den Schall tönender Körper fortpflanzt, dabei schwerlich in schwingender Bewegung sey. Hier scheint er aber die ausserordentliche Kleinheit und Schnelligkeit der Schwingungen, die Schall erregen sollen, übersehn zu haben, die wahrscheinlich nur in dem einfachsten Falle und bei der grösten Stärke sichtbar werden. Die Saiten musikalischer Instrumente tönen noch lange, wenn ihre Schwingungen schon nicht mehr sichtbar sind. *)

6. Bei dem, was Perolle am Ende der zweiten Abtheilung gegen Maupertuis Theorie erin-

*) Chladni's Klangfiguren scheinen dem englischen Physiker noch unbekannt zu seyn; sonst würde er sie hier als ein noch mehr in die Augen fallendes Beispiel erwähnt haben. *d. H.*

nert, nach welcher tönende und reſonirende Körper ſich ſelbſt ſo eintheilen, daſs ſie in verſchiednen Theilen auf verſchiedne Art ſchwingen, muſs man erwägen, daſs ſolche Körper in zwiefacher Hinſicht zu betrachten ſind. *Einmahl* mögen ſie, als Medium des Schalles, jeden Schall ohne Unterſchied fortleiten und durch ſich hindurch laſſen. *Zweitens* ſcheint ihre Geſtalt und ihr Gewebe ſo einfach zu ſeyn, daſs ſie nur ſehr wenige Töne zugleich hervorbringen; und iſt das der Fall, ſo giebt, wie ich glaube, das Ganze einen muſikaliſchen Ton. Denn mir iſt ein *muſikaliſcher Ton* nichts anderes als ein einzelner einfacher Schall, oder der Zuſammenklang mehrerer einfacher, die zuſammen ſtimmen, (conſoniren;) ein *Geräuſch* hingegen das Zuſammenſchallen mehrerer, die nicht zuſammenſtimmen, (nicht conſoniren.) *) Drückt man z. B. auf der Orgel eine Menge an einander liegender Claves herunter, ſo entſteht dadurch ein Geräuſch, welches nichts weniger als muſikaliſch iſt, und man erſtaunt, wie aus dem Zuſammenſchallen ſo melodiſcher Pfeifen ein ſo widriger und beleidigender Ton entſtehn kann. *Drittens* mögen ſolche Körper den Schall eines andern einfachen Körpers,

*) Vielmehr beruht der Unterſchied von muſikaliſchem Ton und Geräuſch wohl darauf, daſs die Schwingungen, wodurch ſie hörbar werden, bei erſterm gleichzeitig ſind, nicht aber bei dem letztern. *A. H.*

wie z. B. den einer Saite, die mit ihnen in Berührung ist, entweder unterstützen oder hindern. Ist das erstere der Fall, und unterstützen sie den Ton, so ist es nicht unwahrscheinlich, dass die Wirkung so geschieht, wie Maupertuis glaubte. Denn es ist bekannt, dass bei der einzelnen Saite, welche die Trompeter-Noten, (*trumpet-notes*,) angiebt, und die deshalb die Seetrompete, (*trumpet-marine*,) genannt wird, eine solche Eintheilung vor sich geht, dergleichen Maupertuis annimmt. Eben so in Glocken, welche nicht blos mehrere deutlich zu unterscheidende Töne von verschiedner Höhe zugleich angeben, sondern auch in einer gewissen Ausdehnung dieses System von Tönen ändern, je nachdem die Ebne des Schlags verändert wird. Dagegen werden die, die sich so viel Mühe geben, die Stelle der Stimme, (*sound post*,) auszuprobiren, es viel wahrscheinlicher finden, dass die Resonanz, welche durch die Lage der Stimme so stark abgeändert wird, auf dem ganzen Instrumente, und nicht so sehr auf dessen Theilen, als Leitern des Schalles, beruht.

7. Die Gestalt des äussern Ohrs, welches aus einer Menge von Höhlungen und dazwischen liegenden Erhebungen oder Brücken besteht, ist, so viel ich weiss, noch nie genauer untersucht und erklärt worden. Bei der Katze und andern Thieren scheint dieser Theil besonders zusammengesetzt zu seyn. Wenn der Schall, oder die wellenartige Bewegung der Luft, durch diesen Apparat modificirt und in

das Ohr geführt ist, so trifft er auf die ausgespannte Haut, welche man das Trommelfell nennt. Diese sowohl, als die übrigen häutigen Theile des innern Ohrs, scheinen augenscheinlich dazu eingerichtet zu seyn, dass sie, wenn der Schall auf sie wirkt, in Schwingungen gerathen, und zwar höchst wahrscheinlich nach der Art, wie musikalische Saiten mittönen, wenn eine benachbarte consonirende ertönt.

Diese Thatsache und die ganze Bildung des Ohrs veranlassen mich zu einer Frage, die für den Bau der akustischen Instrumente nicht unwichtig ist, ob nämlich nicht, unter gegebnen Umständen, der Schall eines bestimmten entferntern Körpers so stark gehört werde, als der Ton eines viel nähern, der vermöge der Consonanz mit einem andern tönenden Körper in Schwingungen geräth. Es sey zum Beispiel von zwei Saiten *A*, *B*, die im Einklange sind, die eine *A* 10 Fuss, die andre *B* 1 Zoll weit vom Ohre entfernt, so ist die Frage, ob nicht, wenn *A* ertönt, der dadurch bewirkte Mitklang der Saite *B* stärker wahrgenommen werde, als der Hauptton der Saite *A*. Ich lasse mich hier nicht auf Entwickelung der Umstände ein, bei welchen, der Theorie nach, jener oder dieser Ton am stärksten gehört werden müsste, sondern bemerke nur, dass der Einfluss des Schalles auf das Ohr häufig viel weiter geht, als wir selbst wahrzunehmen vermögen. Ich bemerkte einstens in einer Stube, welche auf die Strasse herausging, an den Fenstern

eine zitternde Bewegung, welche ein beträchtlicher Schall begleitete. Darauf wurde es eine Sekunde lang ruhig, dann aber folgten wieder drei oder vier solche kurze, deutliche Töne, und so abwechselnd, mit immer zunehmender Stärke des Schalles. Dieses dauerte ungefähr eine Viertelstunde lang, als endlich das Herannähern eines Tambourins, (eines mit Pergament bespannten Reifens, über das man den Finger fortschiebt,) mich belehrte, dass das Zittern und Tönen der Fenster durch die Schwingungen dieses Instruments veranlasst wurden.

Hieraus scheint zu erhellen, dass der zweckmäfsigste Bau eines Instruments, welches den Schall auffangen und verstärken soll, nicht blofs einen äufsern Theil erfordert, der fremdartige Töne abhält, und zurückwerfende Flächen, welche die unmittelbaren Schwingungen der Luft modificiren und verstärken; sondern auch eine Art von Trommelfell, welches sich mehr oder weniger spannen läfst, auf das jene Theile den Schall werfen, und von dem er durch ein Vorderstück in das Ohr geleitet werde. *) Ist die Wissenschaft, den Schall aufzufangen und zu verstärken, einmahl erst so weit gediehen, so wird es wahrscheinlich gar keine Schwierigkeit haben, auch die Sprachröhre auf eine zweckmäfsigere Art einzurichten.

*) Also ein künstliches Ohr; eine Idee, die in Deutschland schon ausgeführt wird. *d. H.*

IV.

Perolle's Bemerkungen zu *Chladni's Verſuchen über die Töne einer Pfeife in verſchiedenen Gasarten*; mit einigen Gegenbemerkungen und Zuſätzen.

Nach den ſorgfältigen Verſuchen, die Herr Dr. Chladni *) in Verbindung mit Herrn Jacquin dem Jüngern in Wien über die Töne einer Pfeife in verſchiedenen Gasarten angeſtellt hatte, **) tönte *Sauerſtoffgas* über einen halben, oder beina-

*) Voigt's *Magazin*, I. B., 3. St., S. 65—79.

**) Sie befeſtigten eine offne zinnerne Orgelpfeife, (worin die Länge der ſchwingenden Luftſäule, von der Ritze, wo die eingeblaſene Luft ausgeht, bis zu dem Ende, etwa 6 Zoll betrug,) an dieſem Ende an den mit einem Hahne verſehenen Hals einer gläſernen Glocke, an den ſich zugleich eine Blaſe, die auch einen Hahn hatte, anſchrauben lieſs. Glocke und Blaſe wurden auf die gewöhnliche Art mit der Gasart gefüllt, und dann durch ſanftes Zuſammendrücken der Blaſe die Pfeife angeblaſen, wobei aber alle Vorſicht nöthig war, damit die Pfeife nicht ſtatt ihres Grundtons einen von ihren höhern Tönen gab. Die Temperatur war die an kühlen Frühlingstagen gewöhnliche. Zwei Saiten, welche mit dem Pfeifentone der atmoſphäriſchen Luft im Einklange geſtimmt waren, gaben bei jeder andern Gasart den Vergleichungston an. *d. H.*

he einen ganzen Ton tiefer, *kohlenſaures Gas* fa
um eine groſse Terz, und *Salpetergas* um einen hal
ben Ton tiefer als die atmoſphäriſche Luft, wel
ches der Theorie, nach der die Töne ſich umge
kehrt wie die Quadratwurzeln der ſpecifiſchen Ge
wichte dieſer Gasarten verhalten ſollten, faſt gan
entſprach. *) Dagegen tönte das *Waſſerſtoffgas*
das man aus Zink und Salzſäure bereitet hatte
nur eine Octave und einen Ton, dasjenige aber
das man durch Zerſetzung des Waſſers in einer
glühenden Röhre erhalten, eine Octave und eine
kleine Terz höher, als die atmoſphäriſche Luft,
indeſs, nach dieſer Theorie, das Waſſerſtoffgas um
eine Octave und eine groſse Terz hätte höher als
die atmoſphäriſche Luft klingen müſſen. Auch das
Stickgas wich von der Theorie merklich ab, und
tönte, ſtatt etwas höher als atmoſphäriſche Luft
zu klingen, um einen halben Ton tiefer, und die-
ſes fand zwar gleichförmig bei Stickgas, das man auf
drei verſchiedne Arten entwickelt hatte, ſtatt.

Die Abweichung des Waſſerſtoffgas lieſse ſich
vielleicht noch aus der groſsen Verſchiedenheit
ſeiner Güte mit Hinſicht auf andre beigemengte Gas-
arten und fremde Dämpfe erklären, vielleicht auch

*) Im Vergleiche mit dem Gewichte der atmoſphäri-
ſchen Luft, als Einheit, iſt das ſpecifiſche Gewicht
des Sauerſtoffgas 1,103, des kohlenſauren Gas 1,5,
des Salpetergas 1,195, des Waſſerſtoffgas 0,084, und
des Stickgas 0,985. Doch iſt zu bemerken, daſs

ſo die Abweichung beim Stickgas, wodurch ſich dieſes auf mehrfache Art, z. B. durch ſeine Ausdehnung bei gröſsern Wärmegraden nach den Pronyſchen *) Verſuchen, vor allen andern Gasarten auszeichnet. Doch ſcheint man in der That hierdurch berechtigt zu ſeyn, mit Hrn. D. Chladni zu ſchlieſsen, daſs die Geſchwindigkeit der Schwingungen einer ausdehnbar flüſſigen Materie, ſich aus den bisher angenommenen mechaniſchen Principien allein, nicht beſtimmen läſst, ſondern daſs ſie auſserdem noch von andern Eigenſchaften derſelben abhängt.

Dieſe Verſuche lernte Perolle aus einer kurzen Notiz im *Bulletin des ſciences* **) und dem *Journal de Phyſique* ***) kennen; und im V. Theile, S. 455, dieſer letztern Zeitſchrift findet ſich ein Brief von ihm an Delamétherie, worin er dieſe Verſuche angreift. Und zwar zuerſt die in jenen franzöſiſchen Zeitſchriften mitgetheilte Nachricht, daſs ein Gemiſch aus Stickgas und Sauerſtoffgas, nach andern Verhältniſſen als in der atmoſphäriſchen Luft, einen von dieſer völlig verſchiedenen Ton

dieſe Angaben für die ſpecifiſchen Gewichte der Gasarten nicht von den unterſuchten hergenommen, ſondern aus den gewöhnlichen Angaben entlehnt wurden. *A.*

*) *Journal polytechnique*, IV. Cahier.

**) Pluvioſe, an 6.

***) Meſſidor 1, an 6.

angebe, welche freilich nur auf einem Irrthume der franzöſiſchen Journale beruhte; denn Chladni fand im Gegentheile, daſs der Ton einer Miſchung aus beiden Gasarten ſich nicht merklich änderte, als anfangs nur $\frac{1}{4}$, nachmals aber über $\frac{1}{3}$ Sauerſtoffgas in der Miſchung war. Dagegen zeigte ſich der merkwürdige Umſtand, daſs der Ton dieſer Miſchung völlig der Ton der atmoſphäriſchen Luft, und folglich höher war, als in jeder der beiden Gasarten einzeln; ein Umſtand, der Herrn Chladni mit dem in Verbindung zu ſtehn ſcheint, daſs ſich der Schall durch die atmoſphäriſche Luft ſchneller fortpflanzt, als er es nach der Theorie ſollte. *)

Gegen die übrigen Verſuche führt Perolle nicht ſowohl Gegenverſuche, unter gleichen Umſtänden angeſtellt, an, als vielmehr Prieſtley's **) und ſeine eignen ***) Verſuche über den Ton klingender Körper in verſchiedenen Gasarten, auf die er

*) Herr Chladni führt dabei einen Verſuch des Prof. Döttler in Wien an, der, wenn er ſich beſtätigen ſollte, von Wichtigkeit ſeyn würde. Atmoſphäriſche Luft in einer 5 Fuſs langen und $1\frac{1}{4}$ Z. weiten, wohlverſchloſſenen Röhre über ein Jahr lang in völliger Ruhe aufgehoben, hatte ſich nach der ſpecifiſchen Schwere ihrer beiden Beſtandtheile geſchieden, indem ein hineingetauchtes Licht oben verlöſchte, unten aber ſtärker brannte. *d. H.*

**) *Obſerv. et exper. ſur différentes branches de la Phyſique*, III. T., p. 355.

***) *Recueil de l'acad. des ſciences de Turin*, ann. 1786 et 1787.

ſich ſchon in den vorigen Aufſätzen einigemahl berief. Er füllte mit dieſen Gasarten gläſerne Recipienten, in denen er Glocken durch ein Uhrwerk ſchlagen liefs, und folgendes waren die Reſultate dieſer Verſuche:

Gasarten.	Der Ton in denſelben ſchien	Beſchaffenheit d. Klangs	Abſtand von der Glocke, in welchem d. Ton auf ört. gehört zu werden.	
Atmoſphäriſche Luft, mit der die übrigen verglichen werden.	— — —	— —	Fuſs 56	Zoll 9
Kohlenſaures Gas	etwas tiefer	merklich dumpfer	48	5
Sauerſtoffgas	etwas ſchneidender	heller	63	—
Salpetergas	dem vorigen ähnlich	eben ſo	63	—
Waſſerſtoffgas	war nicht gut zu unterſcheiden, und ähnlicher einem ſchwachen Geräuſche als einem beſtimmten Tone	ohne Annehmlichkeit und ohne Kraft	11	—

*) Prieſtley'n ſchien der Ton in dieſer Gasart ſtärker als in der atmoſphäriſchen Luft zu ſeyn. Dafs der Ton tiefer wurde, erklärt Herr D. Chladni ſich daraus, dafs die Schwingungen eines Körpers, wenn das umgebende Medium dichter wird, wahrſcheinlich an Geſchwindigkeit abnehmen; daher die

„Wie kann nun", fragt Perolle, „ein Fluidum, das in der Flöte den Ton um 9 Töne ſteigert, ohne merkliche Wirkung auf den Ton eines klingenden Körpers ſeyn? Die neuen Verſuche ſtehen daher ſowohl mit den Prieſtleyſchen als mit den meinen im Widerſpruche."

Ich würde darauf antworten, daſs dieſer Widerſpruch bei etwas genauerer Betrachtung völlig verſchwinde. Bekanntlich werden die Höhe und Tiefe des Tons eines klingenden Körpers lediglich durch die Geſchwindigkeit ſeiner Schwingungen beſtimmt. Die umgebende Flüſſigkeit nimmt nur die empfangene Zahl von Eindrücken auf, und beſtimmt zum Theil durch ihre Dichtigkeit die Stärke und Schwäche, nicht die Höhe des Tons. Bey Blasinſtrumenten hingegen, wo die Luft in der Pfeife ſelbſt der tönende Körper iſt, und durch ihre Schwingungen den Ton beſtimmt, wird auch die Dichtigkeit der Luft, bei gleicher Länge der Luftſäule, die Höhe und Tiefe des Tons beſtimmen. Perolle's Verſuche konnten daher nur die Stärke und Schwäche des Tons in den verſchiednen Gasarten beſtimmen, die Chladniſchen hingegen belehren uns über die Höhe und Tiefe des Tons der Gasarten.*)

Töne in der Atmoſphäre tiefer, als im luftleeren Raume, und noch tiefer im Waſſer ſeyn müſſen. Stickgas iſt weder von Prieſtley noch von Perolle unterſucht worden. *d. H.*

*) In der Nachricht, welche Herr Dr. Chladni von ſeinen Verſuchen im Voigtſchen Magazin für

Durch eine Verſtümmelung der Nachricht in den franzöſiſchen Zeitſchriften ſchien es, als wenn die Phyſiker ſo unbeſtimmt in Rückſicht der Tonangabe geweſen wären, daſs ſie den Ton des Waſſerſtoffgas zwiſchen einer Octave und einer Octave und kleinen Terz angegeben hätten. Perolle benutzt dies, um die ganze Verſuchsreihe wegen Mangel an Genauigkeit in Zweifel zu ziehen; das Miſsverſtändniſs löſt ſich aber bald auf, wenn man hinzu-

den neueſten Zuſtand der Naturkunde etc., Bd. 1, St. 3, giebt, macht er ſchon auf dieſe weſentliche Verſchiedenheit ſeiner Verſuche von denen Prieſtley's und Perolle's aufmerkſam. „Die Verſuche dieſer beiden Naturforſcher", ſagt er, S. 17, „betreffen nur die Intenſität, mit welcher die Schwingungen eines andern elaſtiſchen Körpers, (einer angeſchlagenen Glocke,) durch dieſe Gasarten fortgeleitet werden, und auch dieſe Leitungsfähigkeiten verhalten ſich nicht völlig wie die Dichtigkeiten der Gasarten. Bei meinen Verſuchen war die Abſicht, die Geſchwindigkeit der Schwingungen, (nicht die Stärke des Klanges,) zu unterſuchen, und dabei erinnere ich mich nicht, eine beträchtliche Verſchiedenheit der Stärke bemerkt zu haben, auſser daſs beim Waſſerſtoffgas der Klang ſchwächer, und beim Salpetergas am ſchwächſten und unvollkommenſten war." Noch muſs ich hier hinzufügen, daſs wir ein ausführliches Werk Perolle's unter dem Titel: *Recherches ſur la propagation du ſon dans divers. milieux, tant ſolides que fluides*, zu erwarten haben, welches binnen kurzem der Preſſe übergeben werden ſoll. *d. H.*

fügt, dafs die beiden Phyſiker aus Vorſicht drei verſchiedene Sorten *) Waſſerſtoffgas verſuchten.

Bei dem durch Eiſen und Schwefelſäure erhaltenen, betrug der Unterſchied des Tons von dem durch atmoſphäriſche Luft etwas über eine Octave; bei dem durch Zink und Salzſäure eine Octave und einen ganzen Ton; endlich bei dem durch Zerſetzung der Waſſerdämpfe in glühenden Röhren eine Octave und eine kleine Terz. Dieſe Unterſchiede erregen immer eine Hoffnung, deren Erfüllung nicht ſehr ſchwierig zu ſeyn ſcheint. Wir könnten nämlich dem gemäfs *jetzt, für feinere Unterſuchungen, die Güte des Waſſerſtoffgas, was bisher faſt unmöglich war, meſſen, und zwar in einem, dem Chladniſchen ähnlichen Flötenapparate* (Hydrogenometer) *durch die Höhe des angegebenen Tons. Vielleicht, dafs auch ein brauchbares Eudiometer und Manometer für luftförmige Flüſſigkeiten ſich darnach einrichten lieſsen.*

Eine ſehr auffallende Beſtätigung jener Verſuche findet man in einem zufälligen Verſuche Maunoir's.**) Dieſer athmete einſt bei Paul in Genf Waſſerſtoffgas aus Scherz ein, und empfand keine Unbequemlichkeit. Als er aber ſprechen wollte, hatte ſeine Stimme einen ſo grellen Ton, (*grêle et flûté*), dafs er erſchrak. Paul wiederholte den Verſuch mit demſelben Erfolge.

*) Voigt's Magazin, S. 74.

**) *Bibl. britannique*, No. 79, 80, pag. 347.

A. v. Arnim.

V.

Ueber die kalten Winde, welche aus der Erde dringen,

von

Herrn von Saussüre;

nebst Bemerkungen

von

Will. Nicholson. *)

In dem fünften Theile der *Voyages dans les Alpes par Mr. de* Saussüre, der erst vor ein paar Jahren erschienen, und noch unübersetzt ist, erzählt der Verfasser, S. 342 u. f., seine Versuche, durch die er fand, dass das Wasser auf dem Grunde der Alpen-Seen mehr kalt, als gemäfsigt ist, indem es auf dem Boden die Temperatur von 4° Reaumur hatte, während sie auf der Oberfläche 15° betrug; dahingegen in Meerbusen von Genua, nahe am Lande, die Temperatur des Wassers in einer Tiefe von 886 und von 1800 Fufs mehr als gemäfsigt, nämlich 10°6 war; während die Wärme der Oberfläche nur auf $16\frac{1}{2}$° stieg. Dann schreitet er zu Bemerkungen über eine Erscheinung, die wahrscheinlich von derselben Natur ist; nämlich über die unterirdischen Höhlungen, aus denen Winde hervordringen, die kälter sind, als die mittlere

*) Aus dessen *Journal of Nat. Philos.* etc., No. 5, 1797.

voll heifser Quellen ift, wie *Iſchia*, eben ſolche kalte unterirdiſche Winde als die hier beſchriebenen zu finden, und wie Sir William Hamilton unſerm Verfaſſer verſicherte, giebt es auch eine ähnliche Grotte zu Ottaiano am Fufse des Veſuvs. Man hat dort ſelbſt für dieſe Grotten einen eignen Nahmen; ſie heifsen *Ventaroles*, (Wetterhähne.) Die Grotte auf Iſchia wird *Ventarola della Funera* genannt. Sie befindet ſich unter einer kleinen, dem heiligen Antonius geweihten Kapelle, die ſelbſt wieder unter der Caſa Monella ſteht. Den 9ten März 1773 ſtand das Thermometer in der freien Luft auf 14°, und das, welches Sauſſüre auf den Boden der Grotte ſtellte, auf 6°, und man verſicherte ihm, dafs es während der gröfsten Hitze im Sommer noch tiefer fiele.

Die kalten *Höhlen von St. Marino* liegen am Fufse eines Hügels von Sandſtein, auf welchen die Hauptſtadt dieſer kleinen Republik gebaut iſt. Den 9ten Jul. 1773 ſtand um 3 Uhr des Nachmittags das Thermometer in der freien Luft auf 13°, und in den Höhlen auf 6°. Der Boden dieſer Höhlen liegt ungefähr 320 oder 330 Toiſen über der Meeresfläche.

Die *Höhlen von Ceſi* befinden ſich in der Stadt gleiches Nahmens, welche im Kirchenſtaate, 6 Stunden nördlich von Terni, liegt. Die, welche Sauſſüre in Augenſchein nahm, befand ſich in dem Hauſe des Don Giuſeppe Ceſi. Die Kälte dieſer Höhle rührt, ſo wie die der vorhergehenden, nicht

von ihrer Tiefe, ſondern von der kalten Luft her, die aus den Spalten eines Felſens hervorſteigt, an welchen das Haus ſich lehnt. Die Luft brach gerade damals mit ſo groſser Gewalt hervor, daſs ſie beinahe die Fackel auslöſchte, die ihnen leuchtete, und der Eigenthümer verſicherte unſerm Verfaſſer, daſs er den Wind noch viel ſtärker würde gefunden haben, wäre nicht das Wetter, in Rückſicht der Jahreszeit, ſo kalt geweſen. Im Winter ſtürzt ſich im Gegentheile die Luft mit Heftigkeit hinein, und um deſto mehr, je kälter das Wetter iſt. Dies iſt in den lateiniſchen Verſen ausgedrückt, die ihm der Beſitzer des Hauſes zeigte:

Abditus hic ludit vario discrimine ventus,
Et faciles miros exhibet aura jocos:
Nam ſi bruma riget, quaecumque objeceris haurit;
Evomit aeſtivo cum calet igne dies. etc.

Der Herr des Hauſes zieht aus der Kühle dieſer Höhle groſse Vortheile, indem er hier nicht allein Weine, Früchte und Lebensmittel aller Art aufbewahrt, ſondern auch durch Röhren die kalte Luft in die Zimmer leitet. Vermittelſt der am Ende dieſer Röhren angebrachten Hähne kann man die kalte Luft in ſolchen Quantitäten herauslaſſen, als man ſie verlangt. Dieſe Künſtelei geht ſo weit, daſs die Luft unter gewiſſen Geſtellen geleitet wird, deren Fuſs hohl iſt, ſo daſs die darauf geſetzten Flaſchen durch den hervorſteigenden Wind beſtändig kühl erhalten werden. An dem Tage, als

Saussüre, am Eingange dieser kleinen Grotte, die Temperatur des unterirdischen Windes beobachtete, fand er sie $5\frac{3}{4}^{\circ}$, da die der äussern Luft $14\frac{1}{2}^{\circ}$ war. Dieses geschah den 4ten Julius 1773 des Nachmittags; woraus in der That erhellet, dass der Tag für dies Klima und für die Jahreszeit sehr kalt war.

Die *Cantines*, wie man sie in der italiänischen Schweiz nennt, oder die *kalten Höhlen von Chiavenna*, liegen gleichfalls an einem Felsen, süd-östlich von der Stadt. Die kalte Luft tritt in die Höhlen durch die Ritzen dieses Felsens, der aus verhärtetem Speckstein, vermischt mit Asbest und biegsamen Amianth, besteht. Den 5ten August 1774, des Mittags, stand das Thermometer in diesen Höhlen auf 6°, während es in der freien Luft auf 17° stand.

Bei dieser Gelegenheit bemerkt unser Verfasser, dass die Steinarten, aus denen die Berge bestehen, woraus die kalten Winde hervorgehen, ihrer Natur nach sehr verschieden sind. Dies bietet, nach seiner Meinung, eine Antwort auf die Frage Nollets, in Rücksicht der Höhle des *Monte Testaceo*, dar; nämlich: „ob nicht vielleicht thönerne Gefäse von der Art sind, dass sie sich schwerer erwärmen lassen, als andere Materialien; oder ob vielleicht hier die Einwirkung der Atmosphäre eine Abkühlung verursache, die anderswo nicht statt finde?“ „Es ist gewiss,“ fügt Saussüre hinzu, „dass diese Erscheinung nicht von der Natur der

thönernen Gefäfse abhängt, denn die kalten Winde von *Ceſi* ſteigen aus einem kalkartigen Berge, die von *St. Marino* aus Sandſtein, und die von *Chiavenna* aus Speckſtein hervor.

In den Höhlen von *Caprino*, die dieſer kleinen angenehmen Stadt gegen über am Luganerſee liegen, fand Sauſſüre die Luft am kälteſten. Sie befinden ſich am Fuſse eines kalkartigen Berges, deſſen ſteiler Abhang ſich nahe am See endet. Schon vor dem Eintritte wird man auf den kalten Wind aufmerkſam gemacht, der durch das Schlüſſelloch der Thüre kommt, und in einer Entfernung von 7 bis 8 Zoll merklich iſt. Bei dem Eintritte ſelbſt iſt die Empfindung der Kälte ſo auffallend, daſs man nachtheilige Folgen davon befürchtet; und beim Herausgehen kommt es einem vor, als träte man in einen Ofen. Bei dem erſten Beſuche dieſer Höhlen, den 29ſten Junius 1771, fand der Verfaſſer das Thermometer auf dem Boden der Höhle auf $2\frac{1}{3}^{\circ}$, und im Schatten der freien Luft auf 21° ſtehend. Als er ſie den 1ſten Auguſt 1777 zum zweiten Mahle beſuchte, fiel das Thermometer nicht tiefer als auf $4\frac{1}{2}^{\circ}$, da es im Freien 18° zeigte.

Es iſt bemerkenswerth, daſs dieſe Grotten weder tief ſind, noch weit in die Erde hinein gehn. Ihr Boden erſtreckt ſich horizontal mit der Erdfläche fort; die äuſsere Wand und die Bedachung ſind ganz der freien Luft ausgeſetzt, nur allein die hintere und ein Theil der Seitenwand ſind innerhalb des Bergfuſses. Dieſer iſt überall mit eckigen

Geſchieben aus der Steinart des Berges bedeckt, und durch die Zwiſchenräume derſelben dringt die kalte Luft hervor. Ein glücklicher Zufall führte Herrn von Sauſſüre gerade hin, als man eine dieſer Grotten baute. Der Maurer, der dieſem Werke vorſtand, gab vor, im Beſitze der Kunſt zu ſeyn, die ſchicklichſte Lage für ſolche Grotten auszufinden, indem er den Oertern nachſpüre, aus denen der Wind hervordringt und ihnen gemäſs Oeffnungen bohre. Durch dieſe Windlöcher werden die Grotten gekühlt, wie man leicht durch Hinhalten der Hand merken kann, und hier muſs man auch das Thermometer hinſtellen, wenn man die niedrigſte Temperatur finden will.

Man ſagt, daſs man ihre Entdeckung den Schafen verdanke. Ein Schäfer bemerkte, daſs ſeine Schafe während der gröſsten Hitze ganz vorzugsweiſe zu gewiſſen Oertern ihre Zuflucht nahmen, und dort ihre Naſen zur Erde hin hielten; er ſuchte den Grund dieſes Vorzugs auszuforſchen, und hielt deshalb ſeine Hand auf den Boden; die kalte Luft, welche heraus kam, bewog ihn, eine Grotte dorthin zu bauen.

Von der Grotte, die Sauſſüre bauen ſah, war erſt die Hinterwand aufgerichtet, ſo daſs ihre Vorderſeite noch ganz im Freien lag; deſſen ungeachtet ſtand an der Oeffnung der Windlöcher das Thermometer auf 4°. Als er es 8 Zoll tief in den Erdboden dieſer offenen Grotte ſenkte, zeigte es 7°, und 8°, als er es auf den Boden legte. Auf

dem

dem Boden einer verſchloſsnen Grotte ſtand es auf 5°, und in der freien Luft auf 18°.

Dieſe kalte Luft hat keine bemerkbare Eigenſchaft, wodurch ſie ſich von der reinen atmoſphäriſchen, wenn ſie bis zu demſelben Grade abgekühlt iſt, unterſchiede. Sie hat weder Geruch noch Geſchmack, iſt aber noch nicht chemiſch unterſucht worden, ſo intereſſant dieſes auch ſeyn müſste.

Der Baumeiſter dieſer Grotte, der ein verſtändiger Mann zu ſeyn ſchien, war der Meinung, daſs die kalte Luft aus dem Innern des Berges käme und ſich durch die unter den Geſchieben verborgenen Spalten hervor dränge. Uebrigens hat man hier gar keine Spur von einer unterirdiſchen, natürlichen Eisniederlage, wo der Schnee während des Winters ſich auffammeln könnte. Auch iſt der Berg nicht hoch genug, als daſs ſich auf ihm der Schnee den Sommer über erhalten könnte. Indeſs muſs ſich doch die Urſache dieſes Phänomens ziemlich weit erſtrecken; denn es wurde Sauſſüre auf das Glaubwürdigſte verſichert, daſs dergleichen Höhlen bis gegen *Capo di Lago* hin, 3 Stunden weit von *Caprino*, ja ſogar bei *Mendriſio*, welches noch eine Stunde weiter liegt, zu finden ſind. Eben ſo giebt es auch einige an der andern Seite des Sees. Man ſagt, daſs ſich auch einige an dem Ufer des *Comer Sees* befinden ſollen, was Sauſſüre um deſto mehr glaubt, da er auf der Villa des Plinius, die am Ufer dieſes Sees liegt, das Waſſer der intermittirenden Quelle $7\frac{1}{2}$° kalt fand.

Die letzten von Sauſſüre beſchriebenen Höhlen, aus denen kühle Luftſtröme kommen, ſind die von *Hergisweil*. Dieſe waren die einzigen, welche er auf der nördlichen Seite der Alpen ſah. In dem von *Lucern* eine Stunde entfernten Dorfe *Winckel* ſchiffte er ſich auf dem See ein, und in weniger denn einer halben Stunde kam er in dem gegen über liegenden *Hergisweil* an. Dieſes Dorf gehört zu Unterwalden, und liegt am Ende einer kleinen Bucht, in einer ſehr ländlichen und romantiſchen Lage, mit Wieſen und Weingärten umringt. Zehn Minuten vom Dorfe ſind am Fuſse des Berges die kalten Grotten, die bloſs aus hölzernen Hütten beſtehn; die hintere Wand aber lehnt ſich, ſo wie bei denen zu *Lugano*, an die aufgehäuften Geſchiebe des Berges an. Die Steine dieſer Wand ſind nicht mit Mörtel verbunden, und durch ihre Zwiſchenräume tritt der kalte Wind hinein, der aus dem Gerüll des Berges kommt.

Den 31ſten Julius 1783 Mittags ſtand das Thermometer im Schatten auf 18°,3, und am Boden der Grotte auf 3°,3. Der Herr des Hauſes verſicherte, daſs er in dieſer Grotte die Milch drei Wochen, Fleiſch einen Monath und Erdbeeren von einem Jahre zum andern aufbewahren könne. Nahe bei dieſer Hütte war eine andere von derſelben Art, in welcher man Schnee aufbewahrt, um ihn im Sommer nach *Lucern* zu verkaufen. In der Grotte, wo er die Temperatur beobachtete, war kein Schnee. Dicht an der Hütte, unter demſelben

Dache, macht man Feuer zu häuslichen Bedürfnissen, ohne zu befürchten, dafs es auf die Temperatur der Grotte Einfluſs habe. Im Winter gefriert es in diesen Hütten etwas ſpäter, als in der freien Luft, aber nachher, wie man behauptet, deſto heftiger. Sauſſüre glaubt, dafs dieſes ohne Zweifel davon herrühre, dafs alsdann der Luftſtrom in dieſe unterirdiſchen Höhlen hineingehe.

Der Berg, welcher über die Höhlen hinwegragt, iſt kalkartig, und an ſeine ſteile Seite, die gegen Norden liegt, lehnen ſich die Hütten an. Sein Nahme iſt *Renq*, ſein Fuſs erſtreckt ſich bis in den Lucerner See, wo er ein Vorgebirge bildet, und er iſt eine von den Grundſtützen des Pilatusberges, zu dem er gerechnet wird.

Herr Pfeyffer benachrichtigte Sauſſüre, dafs nahe an dieſem Felſen der See ſehr tief ſey. Es ſcheint, dafs der kalte Wind aus mehrern Stellen hervorbricht; denn wenn man in dieſer Gegend am Fuſse des Berges die Erde, welche die Geſchiebe bedeckt, wegräumt und die Hand darüber hält, ſo kann man die hervordringenden kalten Winde fühlen. *)

*) Zu dieſen Beiſpielen kann man noch die *Grotte von Roquefort* hinzufügen, welche Chaptal in den *Annales de Chimie*, IV, 31, 45, doch nicht ſo genau, wie Sauſſüre die vorigen, beſchreibt. Die Luft dringt hier durch das Geſchiebe eines Kalkberges hervor, und man nutzt die Grotten zur Verfertigung eines beſondern und ſehr geſuchten

Die Theorie, welche Sauſſüre über dieſe Grotten giebt, um ihre Kälte zu erklären, iſt folgende.

Er nimmt an, daſs die Luft, welche die Grotten kühlt, in unterirdiſche Höhlungen eingeſchloſſen iſt, die nicht tief genug liegen, um der Einwirkung der Sommerwärme und der Winterkälte gänzlich zu entgehen, jedoch durch dieſen Wechſel nur eine Veränderung der Temperatur von wenig Graden erleiden. Die Luft wird in ihnen durch die Winterkälte etwas verdichtet, beim Beginnen des Sommers wieder ausgedehnt, und herauszudringen gezwungen; und indem ſie dabei durch feuchte

Käſes. Herr Marcorelle bemerkte im Oktober, daſs das Reaumurſche Thermometer in dieſen Grotten bis auf 5½° fiel, während es in der freien Luft auf 13° ſtand, und Chaptal fand den 21ſten Auguſt 1787 mit einem guten Thermometer, welches im Schatten an der freien Luft auf 23° ſtand, die Temperatur eines ſtarken Luftzuges in einer dieſer Grotten 4°. Man verſicherte ihm, das Thermometer dort ſchon auf 2° über Null geſehen zu haben. Je heiſser die äuſsere Luft iſt, deſto kühler ſind die Grotten, weil der Luftzug dann deſto ſtärker wird. Herr Chaptal nimmt in ſeiner ſehr kurzen Erklärung an, die äuſsere Luft dringe in die Erde ein und werde dort durch Ausdünſtung abgekühlt, giebt aber keine Urſache von der Entſtehung des Luftzuges an, und warum dieſer in ſeiner Stärke ſich verhältniſsmäſsig nach der äuſsern Wärme richtet. *Nicholſon.*

Felsenritzen oder durch die Zwischenräume nasser Steine geht, wird sie durch die Ausdünstung, die dieses bewirkt, so abgekühlt, dass sie als ein kalter Luftstrom hervordringt.

Die Wirklichkeit solcher Luftbehälter, zu denen die Winterkälte und die Sommerwärme vordringen, glaubt Sauffüre, sey keine blosse Hypothese, sondern fliesse unmittelbar aus der von den Besitzern dieser Grotten allgemein bezeugten Thatsache, dass im Sommer die Luft mit desto mehr Gewalt hervordringt, je wärmer das Wetter ist, und dass sie im Winter durch dieselben Oeffnungen, nach Verhältniss der intensiven Stärke der Kälte, wieder zurückkehrt.

Wiewohl es gar keinem Zweifel unterworfen ist, dass das Ausdünsten ein Abkühlen bewirkt, so suchte Sauffüre dieses doch noch durch einen Prozess zu zeigen, dem ähnlich, den er in dieser Erscheinung vermuthete. Er nahm eine Glasröhre von einem Zoll im Durchmesser, und füllte sie mit zerbröckelten, nassen Steinen. Durch diese Röhre trieb er den Wind aus ein Paar grosen Blasebälgen. Die Luft ging in der Temperatur von 18° aus den Blasebälgen heraus, und das Durchgehn durch die Röhre verminderte sie bis zu 15°. Er bekam dasselbe Resultat, als er eine chemische Vorlage mit 2 Hälsen, halb mit kleinen nassen Flintensteinen füllte. Wenn er aber den Wind dieser Blasebälge gegen die Kugel eines mit einer nassen Hülle umkleideten Thermometers richtete, so war die

Abkühlung 4°. Eine noch gröfsere Erkältung, nämlich von 9°, erfolgte, als er die Kugel des Thermometers mit einem naſſen Schwamme umgab, und es in der Luft herumdrehte. Allein, da hier die Luft, die mit dem naſſen Schwamme in Berührung kommt, beſtändig erneuet wird, ſo ſind, wie auch Sauſſüre erinnert, die Umſtände dabei anders, als in den erſten Fällen, wo die Luft beſtändig mehr und mehr mit Feuchtigkeit beladen wird. Er glaubt daher auch, daſs die Ausdünſtung nicht hinreiche, eine Abkühlung von 7 bis 8° unter der mittlern Temperatur, ſo wie man ſie in den Grotten von *Lugano* findet, zu erklären; wohl aber die von 5 oder 6°, wie ſie in *Ceſi*, *Iſchia* und dem *Monte Teſtaceo* ſtatt hat. Hier ſollen ſich groſse unterirdiſche Luftbehälter, nahe genug an der Oberfläche der Erde befinden, um die Luft in ihnen durch die Winterkälte bis auf 3° unter, und durch die Sommerwärme bis auf 3° über der mittlern Temperatur zu bringen. Hat die Kälte in dieſem Behälter ihr Maximum erreicht, ſo ſoll ihre Temperatur 7° ſeyn. Wenn darauf die Wärme des Frühlings die Luft auszudehnen beginnt, ſo ſteigt ihre Temperatur z. B. bis auf 8°, und ſie fängt an ſich herauszudrängen. Da nun aber das Ausdünſten ihre Wärme um 3° verringert, ſo vermindert ſich dieſe bis auf 5°, und dies wird der Grad ihrer gröſsten Kälte ſeyn. Nach dem Verhältniſſe, als die Wärme des Sommers in dieſen Behälter hineindringt, vermehrt ſich auch die Wärme der hervorſtrömenden Luft,

die jedoch nie über die mittlere Temperatur ſteigen kann, weil die gröſste Wärme des Behälters 13° iſt, und das Ausdünſten dieſe bis auf 10° zurückbringt.

Sauſſüre's Verſuche unter einander, und mit denen des Abbé Nollet verglichen, beweiſen in der That, daſs die Wärme dieſer kühlen Winde ſich mit der vorrückenden Jahrszeit vermehrt. Denn der Abbé Nollet fand den 9ten September die Temperatur der Grotten des *Monte Teſtaceo* 9°,5, Sauſſüre hingegen den 1ſten Jul. 5°,3. Eben ſo fand er die Temperatur der Grotten von *Lugano* am 1ſten Auguſt $4\frac{1}{2}$°, und den 29ſten Jun. $2\frac{1}{7}$°.

»Wenn die Luft in der Höhle den höchſten Grad von Wärme erreicht hat, ſo muſs eine Zeit lang eine Art von Stockung erfolgen; nach welcher der Behälter anfängt ſich abzukühlen, und dann die äuſsere Luft einſchluckt. Und ſo wird durch die Kühle des Herbſts und durch die Winterkälte die kalte Temperatur der Höhlen erhalten.

Durch dieſe Vorausſetzungen einer mittlern Temperatur der Höhlen von 10° und einer Erkältung durch Ausdünſtung von 3°, läſst ſich, wie Sauſſüre bemerkt, eine Kälte dieſer Luftſtröme, die im Sommer nur 5° R. und darunter beträgt, leicht erklären. Denn wollte man ſich auch den Behälter näher an der Oberfläche denken, ſo daſs die Kälte des Winters ſeine Temperatur bis auf 5° erniedrigte; ſo würde zwar anfangs, wenn die Abkühlung durch Ausdünſtung hinzukommt, die Luft in der

Temperatur von 2° herausdringen; allein nicht lange, da dann auch die Erwärmung des Behälters durch die Hitze des Sommers verhältnifsmäfsig höher ſteigen müſste. — Soll man einen gröſsern Grad der Kühle, als den von 4 bis 5°, z. B. den von *Lugano* und *Hergisweil*, erklären, ohne vorausſetzen zu dürfen, daſs hier die Ausdünſtung eine gröſsere Erkältung, als die von 3° bewirke, ſo iſt es nothwendig, die gewöhnliche Temperatur des Behälters unter 10° anzunehmen; eine Annahme, die bei der Nähe der Alpen, wo man auch nur allein Höhlen von ſo niedriger Temperatur entdeckt hat, nicht unerlaubt ſcheint.

Dem Einwurfe, daſs die Luft in einer unterirdiſchen, mithin feuchten Höhle bereits mit Feuchtigkeit geſättigt ſey, und dann keine Verdunſtung mehr bei ihrem Herausſtrömen bewirken könne, ſucht Sauſſüre durch die Bemerkung auszuweichen: daſs nicht alle Höhlen nothwendig feucht ſind; daſs die hier angenommenen von ſehr groſsem Umfange ſeyn müſſen, um durch eine Ausdehnung der eingeſchloſsnen Luft von wenigen Graden ſo beträchtliche Luftſtröme den ganzen Sommer hindurch zu bewirken; und daſs folglich im Winter eine groſse Quantität kalter, trockner Luft in ſie hineindringe, die, durch die Wärme ausgedehnt, ſehr austrocknend ſey und den Wänden dieſer Höhlen die Feuchtigkeit benehme, ſo daſs man ſie trocken genug annehmen könne, um eine Ausdünſtung, die ſie 3° abkühle, zu bewirken.

Nachdem ich aus dem Werke eines Naturkündigers, dem die Physik so viel verdankt, eine so interessante und genaue Beschreibung der Thatsachen über diesen merkwürdigen Gegenstand gegeben hatte; so hielt ich es für billig, seine Theorie nicht weniger umständlich zu erzählen, besonders, da meine Gedanken über diesen Gegenstand von seiner Meinung abweichen.

1. Muss ich bemerken, dass wir gar keine Nachricht von dem Daseyn solcher grosen Höhlen haben, die noch dazu der Oberfläche der Erde so nahe seyn sollten. 2. Aus des Verfassers eignen Beobachtungen erhellet, dass in Tiefen, die sehr unbeträchtlich im Vergleiche mit der Dicke sind, welche die Decke so grosser Höhlungun nothwendig haben müsste, der Einfluss der Jahreszeiten kaum merklich ist. Er fand, dass in einer Tiefe von $29\frac{1}{2}$ Fuss, in festem Boden, der gröfste Unterschied der Temperatur während dreier Jahre, $8^{\circ},95$ und $7^{\circ},75$, also im Ganzen nur $1^{\circ},2$ betrug. *) 3. Wäre aber

*) Der Graf Cassini, sonst Director der Paris. Sternwarte, hatte im Jahre 1783 in den Höhlen unter der Sternwarte, welche zu alten Steinbrüchen gehören, ein höchst empfindliches Queckfilber-Thermometer aufgestellt, mit einer Kugel von $2\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser und einer 22 Zoll langen Haarröhre, dessen Verfertigung und Gradation von Lavoisier besorgt worden war, und welches im *Journal de Phyf.*, t. 35, abgebildet und beschrieben ist. Es steht in einer 100 Fuss langen, 6 Fuss breiten und

auch die Erddecke dieſer Höhlungen noch viel dünner: ſo würde doch die Wärme, die, nach den Ver-

8 Fuſs hohen, noch mit 3 Seitenhöhlen verſehenen Höhle, 105 Fuſs tief unter dem Obſervations-Zimmer, und iſt ſo empfindlich, daſs es durch die Gegenwart dreier Perſonen in 5 Minuten um 0,02 Grad ſtieg. Um dieſes zu vermeiden, wurde es in ein Glas mit ſehr feinem und trocknem Sande gethan, der es bis zum 7ten Grade bedeckte; und in dieſem Zuſtande findet es ſich noch jetzt in dieſer Höhle.

Als Caſſini es hinabbrachte, war die Höhle mit andern Höhlen des Steinbruchs durchſchlägig und es fiel bis auf $7°\frac{1}{2}$; als aber die Oeffnungen rings umher vermauert, und der Eingang mit einer Thüre verſchloſſen wurde, ſtieg es bis über 9°. Vom 3ten Auguſt 1783 bis zum 29ſten Jun. 1785, alſo faſt während zweier Jahre, während derer Caſſini es fleiſsig beobachtet hatte, wie das Journal darüber im *Journal de Phyſique* beweiſt, war der höchſte beobachtete Stand 9°,28, der niedrigſte 9°,06, mithin die Veränderung 0°,22, und die mittlere Temperatur 9°,17. Es ſank im Auguſt 1783 bei einer ſehr ſtarken Hitze von 9°,09 auf 9°,06; ſtieg bei einer ſtarken Kälte gegen Ende Januar 1784 auf 9°,12; fiel im Mai 1784, dem wärmſten Monat dieſes Jahrs, wieder auf 9°,09, ſtieg dann wieder im Winter 1785 bis auf 9°,23, fiel aber den folgenden Sommer nicht, ſondern blieb den ganzen Julius über auf 9°,26 bis 9°,28 ſtehn. Daſs es im Sommer tiefer als im Winter ſtand, daran iſt wahrſcheinlich die Verdunſtung in der Höhle, vielleicht auch beſonders die des feuchtgewordnen Sandes im

ſuchen des Grafen Rumford, in Fluidis, und ſo auch wohl in der Luft, nur durch das Aufſteigen

Glaſe ſchuld, die im Sommer ſtärker als im Winter iſt, und im Sommer 1785 durch irgend einen Umſtand unterbrochen ſeyn mochte. Lieſse ſich dieſer Einfluſs vermeiden, ſo ſtünde das Thermometer vielleicht ſtets unveränderlich auf einerley Temperatur.

Cotte erzählt im *Journal de Phyſique*, Tom. 4, p. 247, er ſey, in Geſellſchaft der Hrn. Delamétherie, von Humboldt, Bouvard und Fleuriau Bellevue, den 2ten Meſſidor 1798 in dieſe Höhlen unter der pariſer National-Sternwarte 171 Stufen tief hinabgeſtiegen, wo Lavoiſiers Queckſilber-Thermometer in einem Gefäſse voll naſſen Sandes aufbewahrt wird. Der *höchſte Stand*, den man ſeit 1783 an dieſem Thermometer beobachtet hat, ſey 9°,585, und zwar im Winter; der niedrigſte 9°,565, und zwar im Sommer; ſie ſelbſt beobachteten 9°,569. Iſt Cotte hier nur falſch berichtet worden, und brachte, als er es ſah, die Gegenwart von 5 oder 6 Perſonen das Thermometer um $\frac{1}{4}$° zum Steigen, oder ſollte ſich die Temperatur der Höhlen ſeit 1785 wirklich ſo merklich erhöht haben?

Daſs übrigens 29½ Fuſs tief unter der Oberfläche der Erde die Temperatur ſich noch um 1°,2, dagegen 105 Fuſs tief ſo gut als gar nicht mehr verändert, iſt begreiflich; daſs aber bei Genf die mittlere Temperatur in erſterer Tiefe 8°,85, in Paris dagegen in letzterer Tiefe 9°,17 beträgt, ſcheint auf den erſten Anblick überraſchend, und läſst ſich wohl nur aus der beträchtlich höhern Lage

der erwärmten und das Sinken der abgekühlten Theile ſich fortpflanzte, nicht niederwärts gehen, weil die verdünnten Theile nicht ſinken können, und daher, ſelbſt bei jener ſehr unwahrſcheinlichen Annahme, doch keine Erwärmung und Ausdehnung der Luft in der Höhle ſtatt finden. 4. Aus den Verſuchen des Herrn Duvernois, (deren Beſchreibung man in der *Encyclopédie methodique*, Artikel

Genfs, mit der eine beträchtlich geringere Lufttemperatur verbunden ſeyn muſs, erklären.

Guyton erwähnt bei Gelegenheit des Sauſſürſchen Aufſatzes, in den *Annal. de Chimie*, t. 25, p. 81, einiger Beobachtungen, die Kirwan 1788 auf ſeiner Durchreiſe durch Dijon mit einem guten Fahrenheitiſchen Haar-Thermometer über die Temperatur in der Tiefe der Brunnen gemacht habe. Er fand ſie im Durchſchnitte kälter als gleich tiefe pariſer Brunnen. Was ihn in Verwunderung ſetzte, waren 2 Brunnen in Guyton's Wohnung, die, nur 14 Toiſen von einander entfernt, einen Temperatur-Unterſchied von 2° zeigten. Der kältere ſtieſs gegen Norden, der wärmere gegen Süden an ein Gebäude. Die Beobachtungen auf das Reaumürſche Thermometer reducirt, waren folgende:

Pariſer Brunnen, mittlere Temperatur	9°,333
Brunnen ſüdweſtlich von Dijon	8°,444
Brunnen in Guyton's Wohnung zu Dijon	
erſter, nach Norden zu frei	8,333
zweyter, nach Süden zu frei	7,25

Sollte vielleicht auch die Verdünſtung an dieſem Unterſchiede mit Schuld ſeyn, oder nur ein Mangel an Sorgfalt im Beobachten? *d. H.*

Air, Seite 686, und auch im erſten Theile der *Annales de Chimie* findet,) erhellt, daſs die gemeine Luft, wenn ihre Temperatur von 0° bis 20° nach Reaumur erhöht wird, ſich kaum um $\frac{1}{12}$ ihres ganzen Volumens ausdehnt, daher ſie ſich, bei dem von Hrn. von Sauſſüre angenommenen Unterſchiede der Temperatur, kaum um $\frac{1}{60}$ ausdehnen möchte. Die Höhle, die ſo nahe an der Oberfläche der Erde liegen ſoll, daſs ſie innerhalb des Wirkungskreiſes der Jahreszeiten iſt, müſste folglich 8omal mehr Luft enthalten, als den ganzen Sommer hindurch, durch alle ihre Oeffnungen ausſtrömt. Zwar läſst ſich, weil weder dieſe Oeffnungen noch die Geſchwindigkeit der Luftſtröme bekannt ſind, hierauf keine förmliche Berechnung über den Inhalt einer ſolchen Höhle gründen. Aber auf jeden Fall ſcheint es ganz unwahrſcheinlich zu ſeyn, daſs ſich ein ſo groſser Luftbehälter dicht unter der Erdfläche befinden ſollte. Beſonders iſt es, nach allen Beobachtungen, nicht im geringſten wahrſcheinlich, daſs der *Monte Teſtaceo* eine ſolche Aushöhlung in ſich ſchlieſse, oder mit ihm in Verbindung ſtünde. 5. Endlich iſt es eine ſehr willkührliche Annahme, daſs der Behälter ſelbſt immer ganz trocken, die Gänge hingegen, durch welche die Luft herausſtrömt, immer feucht ſeyn ſollen.

Dieſer freimüthigen Prüfung der Erklärung des Herrn von Sauſſüre füge ich einige Gedanken über die Urſache dieſes Phänomens bei, die ich widerlegt zu ſehn wünſche, ſollte in ihnen ein Irrthum

verborgen ſeyn, oder ſollten Thatſachen und künftige Entdeckungen ihnen entgegen ſtehn.

Es ſcheint mir alles auf dem einfachen Umſtande zu beruhen, daſs die Höhle, die von einer anſehnlichen Stein- oder Erdmaſſe umgeben iſt, ihre Temperatur *nur vermittelſt der Luft* oder eines andern ſie durchdringenden Fluidums, zu verändern vermag. Wir wollen z. B. annehmen, die St.-Paulskirche in London, die bis zum Dache beinahe 400 Fuſs hoch iſt, ſey mit Scherben von Töpfergefäſsen angefüllt. Dieſe groſse Maſſe würde zuerſt die Temperatur der Luft beſitzen, in der ſie aufgehäuft wurde. Da aber Thon und die meiſten erdigen Stoffe ſchlechte Wärmeleiter ſind, ſo würden die Wirkung der Sonnenſtrahlen und die zunehmende Wärme der äuſsern Luft ſich in dieſen Steinhaufen nur auf eine ſehr kleine Tiefe erſtrecken, und zwar, nach verſchiednen bekannten Thatſachen zu ſchlieſsen, kaum bis zu einer Tiefe von 3 Fuſs. Wir wollen nun annehmen, die äuſsere Luft wäre um 10° abgekühlt worden. Die ganze Luftmaſſe innerhalb des Scherbenhaufens würde dann, da ſie leichter wäre, als die auſserhalb, durch die obern Oeffnungen der Kirche hinausdringen, dem Drucke zufolge, mit dem die dichtere äuſsere Luft durch die untern Oeffnungen hineindränge; und dieſes würde ſo fortdauern, bis alles im Innern des Gebäudes die Temperatur der äuſsern Luft bekommen hätte. Folglich müſste, (wenn wir ſowohl die Capacität der Thongefäſse und der Luft für die Wär-

me, als auch die Gröſsen der Zwiſchenräume und der feſten Theile im Scherbenhaufen gleich ſetzen,) eine Luftmaſſe von einem beinahe tauſendmal ſo groſsen Umfange, als der des Gebäudes iſt, durch die Zwiſchenräume hindurchziehn, bevor alles die Temperatur der Luft wiedergewönne.*) Käme nun

*) Nicholſon ſcheint bei dieſer Erläuterung zunächſt den *Monte Teſtaceo* vor Augen gehabt zu haben, der, nach Sauſſüre's Beſchreibung zu urtheilen, ungefähr den Umfang der Paulskirche haben mag, und, welches mir jedoch unglaublich ſcheint, ganz aus thönernen Scherben zuſammengeſetzt ſeyn ſoll. Geſetzt, dieſer Berg habe gleichen Inhalt mit einem Kegel, der 300 Fuſs hoch iſt, und deſſen Grundfläche 1200 Fuſs im Durchmeſſer hat, ſo enthielte er 112 Millionen Kubikfuſs. Davon mögen die Scherben oder ſonſtigen Geſchiebe $\frac{4}{5}$, die Zwiſchenräume $\frac{1}{5}$ betragen, ſo wären 22 Millionen Kubikfuſs Luft in dem Berge. Sollten dieſe in einem Tage aus 500 Zuglöchern, deren jedes einen Quadratzoll im Querſchnitt hielte, aus dem Innern des Berges ausſtrömen, ſo geſchähe das mit einer mittlern Geſchwindigkeit von etwas mehr als 5 F. in einer Sekunde, welches einen ganz merklichen Luftſtrom gäbe. Behielte die äuſsere Luft ihre Temperatur unverändert bei, und nehmen wir an, daſs die Capacität für Wärme ſich ungefähr nach den Dichtigkeiten richte, ſo würden 7500 Tage, d. h. 20 Jahre, darauf vergehn, ehe die Scherbenhaufen bloſs von der hindurchſtreichenden Luft bis zu einerlei Temperatur mit ihr gebracht würden. Man ſieht daher, daſs die Erkältung der durchziehenden

vollends der Winter, und erkältete die äufsere Luft immer mehr, ſo würde dieſer Luftzug, der bei der Thüre oder am Boden des Haufens hineindringt, und oberhalb herausſtrömt, ſo lange fortdauern, als die äufsere Luft an Kälte die innern Theile des Haufens überträfe, und die Gewalt des Luftzuges müfste um deſto gröſser ſeyn,

Luft ſehr wohl den ganzen Sommer hindurch ſo ziemlich in gleichem Grade ſtatt finden kann. Wirkte kein andrer Grund einer Temperatur-Veränderung in einem ſolchen Berge, als bloſs die durchziehende Luft; ſo müſste er ſo ziemlich die mittlere Temperatur der Erde (8°,4 R.) unverändert behalten. Allein da die äufsere Temperatur-Veränderung doch etwas in die Erde ſelbſt, wenn gleich nicht tief, hineingeht, und überdies, wenn der Zwiſchenräume im Berge weniger im Verhältniſſe der Maſſe ſind, als wir annehmen, die Temperatur der Theile, welche die Luft berührt, da Thon und Erden ſchlechte Wärmeleiter ſind, ſich etwas ſchneller verändern würde; ſo erklärt es ſich auch aus dieſem von Nicholſon angegebnen Grunde, (beſonders wenn man noch die Verdunſtung zu Hülfe nimmt,) genugthuend, wie in den von Sauſſüre beſuchten Ventaroles die herausdringende Luft nicht immer die mittlere und einerlei Temperatur hatte, ſondern gegen den Winter zu wärmer als im Anfange des Sommers war. Daſs aus demſelben Berge Luft von verſchiedner Wärme herausdringt, wie im *Monte Teſtaceo*, erklärt ſich leicht aus der verſchiednen Länge und Weite der Kanäle, welche die Luft durchſtreicht. *d. H.*

je gröfser der Unterſchied zwiſchen dieſen Temperaturen iſt. Hätte nun aber der Winter die ganze Maſſe dem Gefrierpunkte nahe oder unter denſelben gebracht, und bei Rückkehr des Frühlings würde die äuſsere Luft erwärmt und verdünnt; ſo müſste umgekehrt die innere kalte, und mithin verdichtete Luft des Haufens, unterwärts herausſtrömen, und dagegen die warme äuſsere Luft oberhalb nachdringen, und, im Scherbenhaufen abgekühlt, ebenfalls wieder unterhalb herausdringen. Die Stärke dieſes Luftzuges würde ſich wiederum nach dem Unterſchiede der Wärme der äuſsern Luft und des Scherbenhaufens richten.

Man kann ſich hier ſehr viel verſchiedene Fälle denken. Iſt die Scherbenmaſſe ſehr groſs, ſo wird auch der äuſserſte Grad der Temperatur-Verſchiedenheit um deſto beträchtlicher, und ihre Wirkung deſto dauernder und ſtätiger ſeyn. Bei groſsen Scherben iſt der Luftzug ſchneller, aber auch die Erkältung geringer; und befindet ſich innerhalb der Scherbenmaſſe eine beſtändige Quelle von Feuchtigkeit, ſo muſs der herabſinkende Luftſtrom durch die Ausdünſtung, die er bewirkt, noch ſtärker erkältet werden.

Ich habe hier der *Paulskirche* deshalb Erwähnung gethan, weil ich oft bei heiſsem Wetter einen auffallend kühlen Luftzug fühlte, der aus den Thüren und Gewölben dieſes Gebäudes kam, und der, wie ich glaube, durch das Abkühlen der Luft, an den groſsen Maſſen von Mauerwerk in ihr hervor-

gebracht wird. Da mir die wahrſcheinliche Urſache dieſes Luftzugs vor der gegenwärtigen Unterſuchung nicht einfiel, ſo habe ich den Umſtänden nicht genauer nachgeforſcht. Luftzüge dieſer Art ſind indeſs ſehr gewöhnlich. Der ſehr bekannte Verſuch mit einem Lichte, das man erſt oberwärts und dann unterwärts vor die geöffnete Thüre eines Zimmers hält, iſt von derſelben Art. Sind die Luft und die Wände innerhalb der Stube wärmer als die äuſsere Luft, ſo wird die Flamme in der Höhe hinauswärts, und am Boden der Thüre hineinwärts geblaſen. Das Gegentheil geſchieht, wenn die Wände der Stube oder ihre Luft kälter ſind.*) In die-

*) Gerade auf demſelben Grunde beruht auch der *regelmäſsig wechſelnde See-* und *Landwind*, den man an den Küſten der heiſsen Zonen wahrnimmt. „In *Malacca* z. B. erhebt ſich, nach eines aufmerkſamen Beobachters Angabe, (Herrn Henſels zu Pirna, im Journal für Fabriken, 1799, Oct., S. 302,) regelmäſsig täglich zwiſchen 11 und 1 Uhr Mittags der *Seewind*, und weht ſehr ſtark bis Abends gegen 6 Uhr, zu welcher Stunde, ſollte er auch noch ſo heftig blaſen, der *Landwind* an ſeine Stelle tritt, der bis gegen 11 Uhr des andern Tages anhält. Beide geben eine angenehme Kühlung, ſo daſs das Fahrenh. Thermometer ſich in Malacca, ob es gleich nahe an der Linie liegt, doch immer zwiſchen 80 und 90 Grad erhält, indeſs es in Calcutta unter 23° nördlicher Breite im April und Mai nicht ſelten im Schatten bis auf 110° ſteigt. Nur in den

sem Falle gleicht der untere Luftzug dem kühlenden Winde den Höhlen. Bohrte man im Sommer

Zwischenzeiten; da beide Winde eine Pause machen, ist es erstickend heiss."

Die Erde wirft viel mehr Sonnenstrahlen zurück, und wird selbst viel stärker im Sonnenscheine erhitzt, als das Wasser, welches einen grosen Theil der Sonnenstrahlen verschluckt. Bald nach Sonnenuntergang, der hier stets um 6 Uhr erfolgt, fällt der Thau in diesen heissen Ländern in ausserordentlicher Fülle, und dieser Uebergang dampfförmiger Flüssigkeiten in tropfbare erkältet die Luft so stark, dass dadurch eine empfindliche Kühlung entsteht. Die Luft über dem Wasser wird nicht so stark erkältet, steigt also als die leichtere auf, und die schwerere Landluft zieht nach der See zu. Daher der kühle Landwind die Nacht über, der wahrscheinlich mit einem Gegenwinde in den höhern Regionen begleitet ist. Nach Sonnenaufgang mus erst aller Thau verdunstet, und die Erdfläche eine Zeit lang durchhitzt seyn, ehe sie und die Luftschicht über ihr stärker als das Wasser erwärmt sind, (welches, wegen der zunehmenden Verdünstung mit grösserer Wärme, einen gewissen Wärmegrad nicht leicht übersteigt.) Daher dauert der Landwind bis 11 oder 1 Uhr fort. Alsdann aber wird die Landluft die leichtere, steigt also aufwärts, und die kältere, und folglich schwerere Seeluft zieht längs der Seefläche zum Lande hin, und dieser Luftzug dauert so lange, bis die Sonne sinkt und der Thau die Landluft wieder abkühlt und zur schwerern macht. So geht dieser Wechsel beständig fort, und so wird die Temperatur an der Küste mittelst der Ver-

zwei Löcher in eine Kellerthüre, das eine in den obern, das andere in den untern Theil; so würde ohne

dunstung immer so ziemlich in einerlei Höhe erhalten.

„Der Landwind ist in Malacca, wie Herr Hensel meint, deshalb so erfrischend, weil er, da Malacca eine Halbinsel ist, immer über das Meer herkömmt, da hingegen der heisse Landwind an der Küste von Coromandel über die brennenden Sandwüsten Persiens herweht.“ Dieses ist aber wohl nicht der wahre Grund. Der Landwind in Malacca kommt wohl schwerlich über das Meer, sondern bläst zu gleicher Zeit an der Westküste östlich, an der Ostküste westlich, da der Grund, der ihn veranlasst, an beiden Küsten derselbe ist; und so bläst auch wahrscheinlich an beiden zugleich der Seewind. Nur erhält die Nachbarschaft der See ringsum die Landluft überhaupt in einer niedrigern Temperatur als an der Küste Coromandel, wo an die persischen Wüsten wohl schwerlich zu denken ist.

„Die häufigen und ausserordentlichen Donnerwetter, bemerkt Herr Hensel weiter, tragen ebenfalls sehr viel zur Mäsigung der Hitze bei. Sie bringen eine solche Kühlung, dass ich mehr als Ein Mahl des Nachts auf meinem Lager so fror, dass ich zu mehrerer Bedeckung meine Zuflucht nehmen musste. Freylich ist dort der Körper gegen den geringsten Grad von Kälte empfindlicher als in unserm Klima, da dort die Schweisslöcher durch die Hitze so sehr geöffnet werden. — Der Süd-Ostwind herrscht hier fast das ganze Jahr durch, (den sich nicht weit erstreckenden Land- und See-

Zweifel das obere Loch die Luft einziehn, und das andere einen kalten Strom ausſtoſsen, bis die Kellerwände die Wärme der äuſsern Luft erhalten hätten.*)

wind nicht gerechnet;) die Gewitter ſteigen aber immer von Nord-Weſt auf; der Kompaſs iſt bei ihnen in einer beſtändigen unruhigen Bewegung; ja, ein Kapitän eines engliſchen Oſt-Indien-Fahrers erzählte mir, die Nord-Spitze ſeiner Magnetnadel habe in einem ſehr heftigen Ungewitter gänzlich nach Süden gewieſen." *d. H.*

*) Daſs etwas ganz ähnliches beim *Wechſel des Luftzugs in Bergwerken* vorgeht, iſt bekannt. Liegen zwei mit einander durchſchlägige Schachte in verſchiedener Höhe; ſo geht im Frühjahre, da die Luft wärmer als die Erde iſt, ein warmer Luftzug zum höher liegenden Schachte hinein, hingegen im Herbſte und Winter, ſo lange die Luft kälter als die Erde iſt, ein kalter Luftſtrom vom niedriger zum höher liegenden Schachte; wovon der Grund derſelbe iſt, woraus Nicholſon die *Ventarole* erklärt. *d. H.*

VI.

Ueber die ſpaniſchen Alcarazzas,

von

FABBRONI. *)

Alcarazzas nennt man in Spanien eine Art von Krügen oder thönernen Gefäſsen, welche dazu beſtimmt ſind, das hineingegoſſene Trinkwaſſer abzukühlen. Die Erde, aus der ſie beſtehn, läſst Waſſer hindurchſickern, und indem dieſes verdunſtet, bewirkt es, den bekannten Geſetzen der Wärme gemäſs, die gewünſchte Kühlung. **) Man verfer

*) *Journal de Phyſique*, T. VI, p. 228.

**) Nach Sallior's Beſchreibung in der *Décade philoſophique*, An 6, Frim. 30, welche Guyton in den *Annales de Chimie*, T. XXV, p. 167, wiederhohlt, ſind dieſe Krüge 1 Fuſs hoch, ½ Fuſs weit und wie die gewöhnlichen Waſſerkrüge mit einer engern Oeffnung und weitern Bauchung geſtaltet. Sie ſind auch in der Barbarey und in Aegypten gewöhnlich, und wahrſcheinlich von den Mauren nach Spanien gebracht worden, wo ſich ihrer jedermann zur Abkühlung ſeines Getränks bedient; eine während der Hundstagshitze ſehr ſchätzbare Sache. Iſt das Gefäſs gut, ſo ſchwitzt die ganze Oberfläche und wird es in freier Luft oder noch beſſer in einen Luftzug geſetzt, ſo kühlt das Waſſer darin ſich ſehr ſchnell. Auch ſoll man röthliche Alcarazzas haben, welche die Eigenſchaft beſitzen, dem Waſſer einen angenehmen Geſchmack zu geben. *d. H.*

tigt ſie an verſchiedenen Orten Spaniens; die beſten und berühmteſten kommen von *Andujar* in *Andaluſien*, wo ſie aus einer Mergelerde gemacht werden, die man am *Ianuſoro*, einem kleinen ½ Stunde entlegenen Strome findet. Dieſe ſoll man, mit ſehr feinem Sande, auch mit etwas Kochſalz vermiſcht, formen und brennen, und es kommt dabei darauf an, nach dem Brande eine poröſe Maſſe zu erhalten, welche immer gerade ſo viel Waſſer, und nicht mehr, durch ſich hindurchläſst, als auf der Oberfläche des Gefäſses beſtändig fort verdunſtet. Dringt mehr hindurch, ſo verliert man vom Waſſer mehr als nöthig; und dringt zu ~~viel~~ wenig heraus, ſo wird das Innere minder abgekühlt. Nach Sallior ſollen die Alcarazzas in Madrit, wenn die Temperatur der Luft 30° beträgt, ihr Waſſer bis auf die Temperatur in Kellern abkühlen, welches denn doch wenigſtens eine Abkühlung von 15 bis 20° betragen würde.

Fabbroni ſetzte im Jahr 6, am 30ſten Meſſidor, 3 Alcarazzas, welche beinahe 50 Pfund Waſſer enthielten, und zugleich kupferne Gefäſse von demſelben Inhalte, an die freie Luft, um die Verdunſtung in ihnen zu vergleichen. Die Temperatur der Luft war 17° nach Reaumür; das Waſſer in den kupfernen Gefäſsen nahm ſehr bald dieſelbe Wärme an; das in den Alcarazzas erhielt ſich aber immerfort auf 13°, alſo in einer Temperatur, die um 4° geringer als die Luft war. Ihre äuſsere

Oberfläche war vom durchſickernden Waſſer gänzlich feucht, und ungeachtet die Luft nur ſehr wenig vom Winde bewegt wurde, ſo geſchah das Verdunſten doch ziemlich ſchnell und häufig.

Dieſer Verſuch zeigt, was man von der Abkühlung dieſer Gefäſse bei uns zu erwarten hat. Wer auch nur ein Pfund Eis täglich ſeinem Getränke beimiſchte, würde eine gröſsere Abkühlung als um 4° zuwege bringen. Doch lieſse ſie ſich durch einen Luftzug unſtreitig noch weiter treiben. *)

*) In Hindoſtan wiſſen ſich die Einwohner gerade auf dieſelbe Art künſtliches Eis, und während der ſtickendſten Hitze Kühlung in ihren Zimmern zu verſchaffen. Nach Williams Nachricht, über die Art, wie man bei *Benares* Eis verfertigt, (*Philoſ. Tr.*, 1793, p. 56, 129,) werden dort auf einem planirten, etwa 4 Morgen groſsen Orte, der 4 Zoll hoch mit Stroh belegt iſt, an hunderttauſend flache, unglaſirte irdene Pfannen neben einander geſetzt, die ſo porös ſind, daſs hineingegoſsnes Waſſer ſogleich hindurchſickert und ſie äuſserlich befeuchtet. Dreihundert Menſchen ſind beſchäftigt, ſie des Abends mit Quellwaſſer zu füllen, und des Morgens um 5 Uhr die gebildete Eiskruſte heraus zu nehmen. Butter, womit man das Gefäſs beſchmiert, hindert das Eis, ſich an das Gefäſs feſt zu ſetzen, welches ohnedies dabei zerbrechen würde. Das Stroh muſs vollkommen trocken ſeyn, ſonſt vermindert es die Eisbildung. Die Luft iſt in der Nacht gewöhnlich

Darcet, der die Maſſe dieſer Gefäſse chemiſch unterſucht hat, fand, daſs ſie Kalkerde, Thonerde und Kieſelerde, in faſt gleichen Antheilen, und etwas Eiſen enthalten. Daſs man ihnen Kochſalz bei-

ſehr ruhig, gegen Morgen aber erhebt ſich oft ein angenehmes Lüftchen. Gewöhnlich fand Williams, daſs ein Fahrenheitiſches Thermometer, welches er auf das Stroh legte, Morgens zwiſchen 5 und 6 Uhr, wenn die Kälte am gröſsten iſt und ſich oft $\frac{5}{4}$ Zoll dickes Eis gebildet hatte, auf 37 bis 40° ſtand, indeſs die Temperatur der Luft nach einem andern Thermometer immer 4° höher war. Hatte ein Wind die Eisbildung verhindert, ſo hatten beide Thermometer gleichen Stand, und nie fiel das Thermometer auf dem Strohe unter 35°.

Am 30ſten April 1792 ſchöpfte er aus einem 60 Fuſs tiefen Brunnen Waſſer, deſſen Temperatur er auf 74° fand, und füllte damit zwei ſolche neue und unglaſirte, und zwei alte Töpfe mit verſchloſsnen Poren. Als ſie 3 Stunden lang, von 2 bis 5 Uhr Abends, bei einem heiſsen Weſtwinde im Schatten geſtanden hatten, wo das Thermometer 95° zeigte, hatte das Waſſer in den alten Töpfen 84°, nach 4 Stunden ſchon 88°, in den neuen immer nur 68° Wärme. Bei einem zweiten Verſuche mit ihnen, am 1ſten Mai, als das Thermometer in der Sonne auf 110, im Schatten auf 100° ſtand, hatte das Waſſer, 4 Stunden lang einem heiſsen Winde ausgeſetzt, in den alten Töpfen 97°, in den neuen wiederum nur 68° Wärme.

Den 16ten Mai 1792 ſtand das Thermometer um 2 Uhr Nachmittags bei heiſsem Weſtwinde in der Sonne auf 118°, im Schatten im Winde auf

miſche, um ſie pöröſer zu machen, ſcheint Fabbroni unwahrſcheinlich, und bei einer Erde, die im Brande ſchon an ſich porös genug wird, ganz überflüſſig zu ſeyn. Dergleichen Erde iſt die, aus welcher Fabbroni ſchwimmende Steine, (*des briques flottantes*,) im Toskaniſchen gemacht hat, die ſich in Frankreich häufig findet, und die er, wegen ihrer völligen Aehnlichkeit mit Mehl, *Erdmehl* nennt. Sie enthält in 100 Theilen 55 Theile Kieſelerde, 15 Theile Talkerde, 12 Theile Thonerde, 3 Theile Kalkerde und 1 Theil Eiſen. Miſcht man mit ihr gewöhnlichen Thonmergel, ſo erhält man Gefäſse, welche ganz die Eigenſchaften der Alcarazzas haben. Eben ſo giebt das Erdmehl, unter gewöhnlichen Töpferthon gemiſcht und dann gebrannt, ſehr gute Filtrirſteine.

110°, im Zimmer, wo vor Thüren und Fenſtern Matten hingen, die man mit Waſſer beſprengt, (*Tatties*,) nur auf 87°. Den 7ten Jun. 113°, 104°, 83°. Der Grad der Erkältung ſoll deſto gröſser ſeyn, je heiſser der Wind iſt, der durch die Tatties durchſtreicht.

Sind die Poren alter Alcarazzas mit Selenit, der ſich beim Verdunſten abſetzt, verſtopft, ſo laſſen ſie ſich, wie Guyton bemerkt, leicht wieder in brauchbaren Stand ſetzen, wenn man ſie nur einigemahl in kochendes Waſſer taucht. *d. H.*

VII.

ERKLÄRUNG

einer optiſchen Erſcheinung, welche ins Waſſer getauchte Gegenſtände verdoppelt zeigt,

von

HÄLLSTRÖM,
Lehrer der Phyſik zu Abo. *)

In der Lehre von der *Beugung des Lichts*, worunter man die Eigenſchaft deſſelben verſteht, daſs es, wenn es nahe an Körpern vorbeigeht, von ſeiner geraden Richtung abgebogen wird, ſtöſst man noch auf viel Unausgemachtes, und darf dieſe Materie noch nicht als beendigt anſehen. Es iſt daher kein Wunder, wenn der Beugung Erſcheinungen zugeſchrieben werden, welche ſich aus andern Eigenſchaften des Lichts glücklicher erklären laſſen. Zu dieſen zählt man wohl mit Recht die Verdoppelung einer ins Waſſer getauchten Nadel, welche der berühmte Herr Prof. Klügel zuerſt beſchrieben hat: **)

*) *Diſſertatio phyſica, continens explicationem Phaenomeni optici, quo obiecta, aquae ſubmerſa, duplicata conſpiciuntur. Auctore* M. Guſt. Got. Hällſtröm. Phyſ. Doct. Aboae 1797. Ausgezogen von Herrn Adj. Droyſen in Greifswald.

**) Prieſtley's *Geſchichte der Optik*, aus dem Engliſchen überſetzt von Klügel, Leipzig 1776, 1. Th., S. 392.

„Eine Tafel," ſagt er, „auf der 2 Nadeln ſenk-
„recht befeſtigt ſind, werde ſo ins Waſſer getaucht,
„daſs die obere Nadel die Oberfläche des Waſſers
„berühre. *) Darauf bringe man das Auge mit
„dieſer Nadel und dem Bilde darunter in eine ge-
„rade Linie, ſo wird das Bild geſpalten erſchei-
„nen. Hält man das Auge etwas von dem Brette
„abwärts, ſo erſcheint das Bild wie eine Gabel,
„deren Zacken weit feiner ſind, als der Stiel. Wo
„die Zacken ſich krümmen und in den Stiel zuſam-
„menlaufen, welches neben dem Knopfe der
„obern Nadel geſchieht, erſcheint ein feiner hell-
„rother Streifen auswärts. Bewegt man das Auge
„nach dem Brette hin, daſs ſich der Kopf der un-
„tern Nadel dem der obern nähert; ſo verliert
„ſich der Stiel der Gabel und die beiden Zacken
„laufen oben in einen halben Kreis zuſammen. Die
„ſcheinbare Entfernung des geſpaltenen Bildes von

*) Herr Profeſſor Klügel bediente ſich dazu zweier Stecknadeln, die man ſich z. B. auf einen Pappdeckel beide ſenkrecht geſteckt, denke. Dieſer Deckel wird ſenkrecht ins Waſſer gelaſſen, ſo daſs beide Nadeln horizontal unter einander liegen, und die obere das Waſſer berührt, die untere im Waſſer liegt. Unter gewiſſen Umſtänden wird dann der Stiel der Nadel verdoppelt, und von dieſer Verdoppelung iſt im Folgenden die Rede. Das Bild des Knopfs wird auf eine zuſammengeſetztere Art verändert, wovon die Bemerkung am Ende des Aufſatzes ſpricht. *d. H.*

„der obern Nadel ſchien mir eine gute Linie groſs.
„Sobald man die obere Nadel das Waſſer nicht
„berühren läſst, fallen alle dieſe Erſcheinun-
„gen weg.“

Nach dieſer Erzählung will Herr Klügel den Grund dieſer Erſcheinung mit wenig Worten andeuten, indem er ſagt: *er ſey offenbar in der Beugung des Lichts zu ſuchen.* Da ich aber glaubte, daſs dies zum Verſtändniſſe der Sache nicht hinreiche, und da, wie Herr Klügel ſelbſt verſichert, auſser ihm niemand dieſe Erſcheinung beſchrieben, viel weniger erklärt hat; ſo ſtellte ich einige, dieſen Gegenſtand betreffende Verſuche an, von denen ich hier Rechenſchaft ablegen, und woraus ich einige Schlüſſe über die Natur und den Grund dieſer Erſcheinung ableiten will.

Vor allen Dingen ſchien es mir nothwendig, auf die Bedingungen zu ſehn, unter welchen dieſe Erſcheinung beobachtet wird, und auf die Umſtände, von welchen ſie vorzüglich abhängt. Ich lieſs zuerſt eine trockne Nadel das Waſſer berühren: da ich aber die Erſcheinung nicht gewahr werden konnte, und nur die obere Nadel die untere, ins Waſſer getauchte, zu decken ſchien; ſo ſtellte ich das beobachtende Auge in *einer* Ebene mit den Nadeln; drückte das Brett, worauf die Nadeln befeſtigt waren, etwas nieder, ſo daſs die Oberfläche des Waſſers um die obere Nadel etwas concav ward, (welches, wie bekannt, vorzüglich dann der Fall iſt, wenn man die Nadel etwas mit Fett be-

ſtreicht.) *) Allein auch ſo wurde ich die erwartete Verdoppelung nicht gewahr, erblickte vielmehr gar kein Bild, ſo lange das beobachtende Auge ſo geſtellt war, daſs eine gerade Linie, von demſelben zur obern Nadel gezogen, gegen die Ebene durch die Nadeln, unter einem Winkel kleiner als 10 oder 12 Grad, geneigt war. Ich verwarf daher auch dieſe Stellung der Nadeln, als zu meinem Zwecke untauglich, drückte das Brett noch etwas tiefer nieder, ſo daſs die obere Nadel ganz ins Waſſer getaucht war, und nur ihre obere Seite die Waſſerfläche berührte, ſah aber nichts, als die obere Nadel, welche die untere zu decken ſchien.

Da die Erſcheinung auf dieſe Art nicht hervorzubringen war, zog ich das Brett wieder in die Höhe, und zwar ſo, daſs die obere Nadel mit dem Horizonte parallel war. Dieſe naſs gemachte Nadel hob nun das Waſſer in Geſtalt eines Rückens mit in die Höhe, indem die benachbarten Waſſertheilchen ſich an die untern Theile der Nadel anhängten. Sobald dieſes Erheben anfing, bemerkte ich auch die lange erwartete Verdoppelung der untern ins Waſſer getauchten Nadel, und je höher ich das Waſſer hob, um deſto mehr entfernten ſich dieſe beiden Bilder von einander. Dieſer Bilder waren entweder zwei, oder ſie liefen gegen das Ende der obern Nadel

*) Conf. *Diſſertat. de aequilibrio corporum aquae innatantium, a clariſſ. Ep.* **Weigelio**, 1766, Aboae, §. X, p. 21.

in einen Stiel zusammen, oder sie waren auch hier mit einem Halbkreise verbunden, je nachdem man das Auge in der Ebene durch beide Nadeln so stellte, dass eine gerade Linie, von dem Auge durch das Ende der obersten Nadel gezogen, die untere Nadel in einem Punkte zwischen ihrem Ende und dem Brette traf, oder ganz ausserhalb derselben fiel, oder selbst durch ihre Spitze lief.

Da aus diesen Versuchen erhellet, welche Figur die Wasserfläche haben muss, um die Erscheinung hervorzubringen, so wird es nicht schwer zu beurtheilen seyn, ob die Lichtstrahlen, welche von der untern ins Wasser getauchten Nadel ins Auge kommen, wenn sie bei der obern Nadel dicht vorbeigehen, so wie Herr Klügel meint, *gebogen* werden, oder ob sie nicht vielmehr beim Austritte aus dem Wasser in die Luft so *gebrochen* werden, dass sie ins Auge kommen, als gingen sie aus zwei verschiedenen Objekten aus. Die vier Lagen, welche die obere Nadel gegen die Wasserfläche nach und nach in den Versuchen annahm, sind so beschaffen, dass die Beugung des Lichts, die immer dieselbe bleibt, in allen diesen Fällen immer die nämliche Wirkung hätte hervorbringen müssen. Da nun die doppelten Bilder der Nadel nur Ein Mahl, in einer einzigen Lage gesehen wurden, so erhellet daraus deutlich, dass die Beugung des Lichts allein die erwähnte Verdoppelung nicht hervorbringen konnte. Ueberdies zeigen die Versuche deutlich, dass, so lange die Oberfläche des Wassers eben bleibt,

nichts anderes gesehen wird, als was auch ohne Wasser wahrgenommen werden müsste, dass aber, sobald die Figur der Wasserfläche verändert, entweder hohl, oder in Form eines Rückens erhoben wird, auch die Bilder der Nadel verändert werden, und zwar so, dass einzig und allein durch die erhobene Wassersäule doppelte Bilder bemerkt werden. Da hieraus also erhellet, dass die erhöhte Figur des Wassers einzig zur Hervorbringung dieser Erscheinung wirke, so ist auch erwiesen, dass sie aus der Eigenschaft des Lichts folgt, welche bei veränderter Figur des Wassers verschiedene Bilder hervorbringt.

Ob die Brechung allein bei dieser Erscheinung wirkt, und ob sie dabei nicht zum Theil von der Beugung unterstützt wird, lässt sich folgender Massen aus den vorigen Versuchen beurtheilen. Die Lichtstrahlen, durch welche das Auge die beiden Bilder der untern Nadel sieht, gehn unter einigen Umständen bei der obern Nadel in einer Entfernung von beinahe 2 geometrischen Linien vorbei, eine Entfernung, welche gröfser ist, als dass die Strahlen von der obern Nadel noch gebogen werden könnten. Denn aus du Tour's Versuchen erhellet, dass die Lichtstrahlen, die bei einem Körper vorbeigehen, nur in sehr kleinen Entfernungen von ihm gebogen werden können. *) Hingen daher die

*) *Mémoires de math. et phyſ., préſentés à l'Acad. Roy. des Sciences*, Paris 1768, Tom. V, p. 635,

die doppelten Bilder von der Beugung des Lichts ab, so müfsten sie entweder dicht neben der obern Nadel oder in einer sehr geringen Entfernung von derselben bemerkt werden, welches den Versuchen widerspricht, indem die kleinsten Entfernungen, bei welchen ich sie bemerken konnte, gröfser als 0,5 geometrische Linien waren. Du Tour bemerkte ferner, als er die Lichtstrahlen durch ein kleines Loch in ein finstres Zimmer neben einem Körper vorbei gehen liefs, dafs dieselben so gebogen wurden, dafs sie sich hinter dem beugenden Körper schnitten, und daher nach der Beugung ein verkehrtes Bild des Gegenstandes entwarfen. *) Schwerlich lassen sich daher die obigen Erscheinungen der Beugung des Lichts zuschreiben.

Um ferner zu erfahren, ob ohne alle Beugung des Lichts ähnliche Erscheinungen durch die Brechung hervorgebracht werden könnten, verfertigte ich ein dreiseitiges Prisma aus Glasscheiben, einen Zoll breit, fügte sie mit Kütt zusammen und füllte es

No. 22. Du Tour machte die Erfahrung, dafs die Atmosphäre oder jene feine Materie, von der er, um die Beugung des Lichts zu erklären, annahm, dafs sie jeden Körper umgebe, von sehr geringer Ausdehnung sey. Conf. Newtons *Optik*, Lib. II, Obs. IV, wo die gröfste Entfernung des Strahls vom beugenden Körper $\frac{1}{800}$ eines Zolls gefunden wird. *A. Hällstr.*

*) Am angef. Orte, p. 675, No. 94. *A. Hällstr.*

mit Waſſer. Ich brachte die eine Seite dieſes Prisma mit der Oberfläche des Waſſers, womit ein Gefäſs angefüllt war, in Berührung, wobei ſich das Waſſer in Form eines Rückens in die Höhe heben liefs, und bemerkte nun, als ich das Auge in einiger Entfernung über das Prisma brachte, zwei Bilder eines Gegenſtandes, der auf dem Boden des Waſſergefäſses lag, durch jede über der Waſſerfläche erhobene Seite des Prisma eins. Zwiſchen dieſem Verſuche und dem mit den Nadeln war noch das Aehnliche, dafs, ſo wie ich dort die Bilder der Nadeln dünner ſah, als die Nadeln ſelbſt, ſo auch hier der Gegenſtand ſelbſt breiter, als im Bilde erſchien. So zeigte ſich ein kreisrunder Gegenſtand in der Form einer Ellipſe, deren gröfste Achſe mit der Seite des Prisma parallel war.

Bei dieſem Verſuche wählte ich eine ſolche Entfernung des Gegenſtandes von der Waſſerfläche, dafs die Bilder durch die unterſten Theile der Seiten, die über das Waſſer erhaben waren, geſehn wurden, (d. h., durch die Theile, die am nächſten an die Verbindung dieſer Seitenflächen mit der horizontalen Fläche waren, welche die Oberfläche des Waſſers berührte,) oder auch ſo, dafs ſie, wenn ich mein Prisma ein wenig niederdrückte, nahe bei den Oertern erſchienen, wo die Oberfläche des Waſſers mit den erhabenen Seiten des Prisma zuſammenſtiefs. Als ich dieſe Stellen an den Seiten des Prisma mit Papier überklebte, wurde ich keins von den vorher geſehenen Bildern gewahr.

eraus, erhellet deutlich, dafs, wenn auch der
e obere Theil des Prisma, wo die erhabenen
ten verbunden waren, und wo die Strahlen eine
ugung hätten leiden können, gefehlt hätte, doch
chts defto weniger jene Bilder des eingetauchten
egenstandes sich würden gezeigt haben, weil die
rahlen diese beiden Bilder schon eher darstellten,
e sie bei der Verbindung der beiden Seitenflächen
s Glases vorbeigingen. Die Wahrheit dieser Fol-
erung ward noch durch ein Prisma, dessen erha-
ene Seiten nicht verbunden waren, bestätigt.

Die Beugung des Lichtes trägt also nichts zur
ervorbringung dieser Erscheinung in den angeführ-
en Versuchen bei, weil sie auch in dem Falle, wenn
er Gegenstand, der die Lichtstrahlen beugen soll,
ans fehlt, eben so und unverändert bemerkt wird.
ben so konnte ich in dem Versuche mit den Nadeln
urch ein kleines Stück Papier, das auf der Ober-
äche schwamm, das Bild der untern Nadel verhin-
lern, ehe die Strahlen bei der obern Nadel vorbei-
gingen; woraus sich schliefsen läfst, dafs, wenn die
bere Nadel ganz fehlte, und nur die erhabene Flä-
he des Wassers, so wie es an der Nadel hing, ge-
blieben wäre, dieselben Erscheinungen würden
wahrgenommen seyn. Man kann also *gar keine*
Beugung hierbei als wirksam annehmen, und es lei-
det keinen Zweifel, dafs der Grund der erwähnten
Erscheinung lediglich in der Brechung der Licht-
strahlen zu suchen sey. Wie sie aber durch die Bre-

chung hervorgebracht werde, das will ich nun entwickeln.

Wenn zwei Nadeln so gestellt werden, dass, wenn die eine unter Wasser getaucht wird, die andere horizontale einen Theil der Wasserfläche erhebt; so lege man durch die Nadeln eine senkrechte Ebene, deren Durchschnitt mit der obern Nadel den Kreis AB, (Tafel II, Fig. 8,) mit der untern den Kreis CD, und mit der erhabenen Wasserfläche die krummen Linien BE und AF, die gegen die untere Nadel convex sind, bildet.*) Durch Versuche wissen wir,**) dass diese krummen Linien dicht an B und A, wo die erhabene Wasserfläche mit der obern Nadel zusammentrifft, beinahe vertical, und bei einem Durchmesser des Durchschnitts der Nadeln AB und CD, die als cylindrisch und gleich dick angesehen

*) Hier, so wie in der ganzen Abhandlung, ist immer nur vom Stiele, nicht vom Knopfe der Stecknadeln oder von Nähnadeln die Rede, welches man hierbei nicht übersehen darf. Die Figur stellt einen Durchschnitt beider cylindrischen parallel liegenden Nadeln, senkrecht auf ihre Achse vor.

d. H.

**) Wenn Wasser in einem durchsichtigen Gefäse enthalten ist, so dass das unter die Oberfläche gestellte Auge durch die Wände des Gefäses auf dieselbe sehen kann, wird man am besten gewahr werden können, wie die Krümmung des Wassers, wenn es durch das Anhängen an die Nadel gehoben wird, beschaffen ist. *Hällstr.*

werden, von 0,2 geometrischen Linien, gegen F und F, in der Entfernung von ungefähr 4 geometrischen Linien von der geraden Linie OIR, die durch die Mittelpunkte dieser Durchschnitte geht, beinahe horizontal sind. Es seyen D und C zwei Punkte des Kreises DRC, die einander beinahe gegen über stehen, und auf entgegengesetzten Seiten der Achse OIR so liegen, dass die Lichtstrahlen, die aus ihnen ausgehn und gebrochen ins Auge O kommen, (wovon wir gleich reden werden,) den Kreis DRC berühren, und also die beiden äussersten, die von diesem Kreise aus ins Auge kommen können.

Die Krümmung der Wasserfläche BE ist hiernach so beschaffen, dass einer von den aus D ausgehenden Strahlen, der nicht weit von E nach B zu auffällt, auf die Curve BE normal ist, und deshalb beim Uebergange aus dem Wasser in die Luft nicht von seinem geradlinigen Wege abgebrochen wird, mithin auch in der Luft von der Linie RIO divergiren muss. Nehmen wir nun an, dass dieser normal einfallende Strahl sich um D so drehe, dass der Punkt, wo er mit der krummen Linie BE zusammenstösst, gegen B zu rücke; so wird dieser Strahl immer stärker vom Einfallslothe abwärts gebrochen, statt dass er anfangs von IO divergirte, damit parallel und convergirend werden, und dabei der Punkt, wo er die Linie RIO durchschneidet, immer tiefer gegen I, und zwar um so viel schneller herabrücken, je mehr der Strahl und die

Kommt daher der Einfall
so fällt auch der Vereinigung
chenen Strahls mit der Achse *I*
der Durchmeſſer der Nadel nur u
bis endlich der gebrochene Stra
Nadel *AB* zuſammenfällt. Das Au
einer beliebigen Entfernung über d
gleich viel in welcher, wenn es n
deutlich ſehen kann, in der geraden L
wenn, ſo erhält es immer einen Lichtſtral
D ausgeht und in *BE* gebrochen wird. N
der Punkt der gekrümmten Waſſerfläche, v
Auge, das in *O* ſteht, den aus *D* ausgehe
Lichtſtrahl zugebrochen erhält. Der Stra
der in *H* aus Waſſer in Luft tritt, muſs da
Einfallslothe *MN* ſo abgebrochen werde
daſs er in das Auge *O* einfällt, wenn der Sinus d
Brechungswinkels *NHO* zu dem Sinus des Einfall
winkels in dem gegebenen Verhältniſſe = 1 : *m* g
setzt wird. Der Strahl, der aus *C* parallel mit *D*
ausgeht, wird ſtärker als *DH* gebrochen, mu
alſo von *HO* nach der Brechung auf der Waſſerfl
ehe divergiren, und daher in einem Punkte zwiſche
I und *O* die Linie *IO* treffen. Dagegen wird de
Strahl, der von *C* nach *H* gelangt, in *H* wegen ſeine
kleinern Einfallswinkels weniger als *DH*, folglich
gebrochen werden, daſs er den Strahl *DHO* in
ſchneidet, vom gebrochenen *HO* auf die andere Seit
divergirt und mit der Linie *IO* entweder über
hinaus, oder gar nicht zuſammentrifft. Unter de

us C auslaufenden Strahlen mufs deshalb nothwen-
ig irgend einer, CG, gegen DH fo convergiren, dafs
r nach der Brechung in G, die Achfe im Punkte O
chneidet, mithin ins Auge fällt.

Aus ähnlichen Schlüffen läfst fich zeigen, dafs
ie Strahlen, welche aus den zwifchen C und D
iegenden Punkten im Durchfchnitte der untern Na-
lel CD ins Auge kommen, insgefammt auf die
Waffer fläche zwifchen G und H auffallen müffen,
nd zwar liegt ihr Einfallspunkt immer näher an G,
e näher an C der Punkt ift, von wo der Strahl aus-
geht. In derfelben Ordnung, wie die Strahlen aus
CD unter einander ausgehn, nimmt fie folglich auch
das Auge aus GH auf, daher es durch GH das voll-
kommene Bild von CRD, aber nicht an dem Orte
C, fondern in PQ bemerkt. Eben dies gilt von der
andern Seite, wo das Auge das Bild von CRD nicht
in C, fondern in UV fehen mufs.*)

*) Die Verdoppelung des Stiels beider Stecknadeln ift auf diefe Art, allerdings fehr genügend blofs aus der Brechung der Lichtftrahlen an der erhobenen Waffer fläche erklärt. Was die Erfcheinung des Knopfs der untern Nadel betrifft; fo mufs er, durch die Waffererhebung um den obern erblickt, aus denfelben Gründen, um diefen in Geftalt eines Ringes erfcheinen, (wie Klügel ihn in der That wahrnahm S. 236, Zeile 17, vergleiche S. 239, Zeile 2,) der, wenn man das Auge aus der geraden Linie durch die Mittelpunkte beider Knöpfe, vom Brette abwärts, bewegt, fich nach die-

ſer Seite hin erweitert, nach der entgegengeſetzten verengert, und ſo den Stiel zur feinzackigen Gabel abgiebt, die Klügel in dieſer veränderten Lage des Auges bemerkte. Die Strahlen vom jenſeitigen Theile des untern Knopfs und den daran ſtoſsenden Theilen des Stiels gehn in dieſer Lage des Auges ſo nahe beim obern Knopfe vorbei, daſs ſie allerdings gebogen werden können, und auf dieſer *Beugung* beruht unſtreitig die von Klügel bemerkte „Krümmung der Zacken, wo ſie neben dem Knopfe der obern Nadel in den Stiel zuſammenlaufen, und der feine hellrothe Streif auswärts, der ſich in dieſer Stelle zeigt.“ Auch ſchreibt Herr Profeſſor Klügel in der angeführten Stelle die Erſcheinung nicht bloſs der Beugung, ſondern einer Beugung und Brechung zu. *d. H.*

VIII.

BEOBACHTUNGEN

über ſcheinbare Verdoppelung der Gegenſtände für das Auge,

von

L. A. von Arnim.

Zufällig ſah ich vor einiger Zeit nach einem Lichte durch eine Glasröhre, die an einer Seite weit war, auf der andern ſich in eine enge Oeffnung endigte. Ich war ſehr überraſcht, als ich das andere Auge öffnete, das Licht verdoppelt und die beiden Bilder in beträchtlicher Entfernung von einander zu ſehen. Vergebens bemühte ich mich, dieſe Erſcheinung irgendwo aufgezeichnet zu finden; dies beſtimmte mich, ſie genauer zu betrachten.

1. Sie fand ſich nicht bei einem leuchtenden Körper allein, ſondern bei jedem andern. 2. Sie war nicht Folge eines mechaniſchen Drucks auf das Auge, denn ich konnte die Röhre zwei Fuſs vom Auge entfernt halten, und die einzige begleitende Veränderung war, daſs die Bilder näher an einander rückten. 3. Sie war nicht in der beſondern Beſchaffenheit einer Seite der Röhre gegründet, denn es hatte keinen Einfluſs, wie ich auch die Röhre verſchieben mochte. Auch in der Durchſichtigkeit lag es nicht, denn ich konnte ſie unbeſchadet von innen und auſsen mit Papier bekleben. Auch war dieſe Röhre nicht allein dazu geſchickt, ſondern je-

de andere, die nur etwa 2 bis 3 Linien im Durchmeſſer hatte. 4. Selbſt die Röhre war nicht nothwendig, ſondern wenn ich eine Oeffnung von einer Linie im Durchmeſſer in ein Papier ſchnitt, mit dem einen Auge durch dieſes, mit dem andern unmittelbar nach einem Buchſtaben ſah, ſo erſchien dieſer verdoppelt. 5. Dieſe Erſcheinung iſt nicht vorübergehend, bedarf auch keines Kunſtgriffs, um zu gelingen, und findet für beide Augen ſtatt. 6. Das Bild in der Röhre liegt immer nach der Seite des Auges, welches nicht durch die Röhre ſieht; und nimmt man zwei Röhren, eine vor jedes Auge, ſo ſcheinen ſich die Röhren zu durchſchneiden; und ſchlieſse ich dann das rechte Auge, ſo verſchwindet das Bild an der linken Seite, und umgekehrt. 7. Das Bild in der Röhre iſt verändert, es iſt trüber, und man ſetzt es daher in eine etwas gröſsere Entfernung. 8. Man zeichne zwei willkührliche Figuren in einer kleinern Entfernung von einander, als in welcher beide Augen von einander ſtehen, verdecke die nächſte für das eine Auge durch ein Holzſtück, die andere für das andere Auge durch ein zweites Holzſtück, ſo wird, wenn immer nur Ein Auge geöffnet wird, die erſte Figur dieſſeits des erſten Holzſtücks, die andere dieſſeits des zweiten liegen. Werden hingegen beide Augen geöffnet, ſo fällt die erſte jenſeits des erſten, die zweite jenſeits des andern, und die beiden Holzſtücke ſcheinen zuſammenzufallen. 9. Einen Buchſtaben ſah ich durch ein Glas, welches etwa ums Doppelte

vergröfsert, mit einem und zugleich auch mit dem andern unbewaffneten Auge an; es ſtellten ſich zwei Bilder dar, von denen das vergröfserte nach der Seite des unbewaffneten Auges lag, ungeachtet es ſelbſt, was merkwürdig iſt, entfernter zu liegen ſchien als das andere.*) 10. Ich wählte ein

*) Da Schein faſt ganz auf ſubjectiven Gründen beruht, und dabei ſo viel auf das Organ, auf Gewohnheit und Urtheil ankommt, ſo läſst ſich davon nicht wohl etwas gemein geltendes ausſagen Bekanntlich iſt es eine der leichteſten Methoden, die Vergröſserung von Glaslinſen und Ferngläſern zu ſchätzen, daſs man einen bequemen Gegenſtand, beſonders ein Ziegeldach, mit einem Auge durch das Fernrohr vergröfsert, mit dem andern durch das unbewaffnete Auge ſieht, die Grenze beider Bilder in einander fallend macht, und nun ihre Gröſse vergleicht Wer ſich nicht darauf geübt hat, dem verſchwindet gewöhnlich das eine Bild, indem er das andere gewahr wird. Dunkler erſcheint das vergröſserte allerdings nach Verhältniſs des Quadrats der Vergröſserung; allein entfernter iſt es mir deshalb nicht vorgekommen. Sonderbar, daſs ich die vom Verfaſſer angegebenen Erſcheinungen eines Lichts durch ein Stück einer Tabakspfeifenröhre gehörig, durch eine coniſche Glasröhre dagegen, nur ein einziges Mahl auf einige Augenblicke wahrnahm, ſonſt durch ſie immer nur *ein* Licht mit beiden Augen erblickte. Daſs dabei nicht etwa ein Auge nichts ſah, würde ich daraus ſchlieſsen, daſs bei dem Projektions-Mikrometer die Bilder des Netzes auf Oehlpapier, das man mit

um ungefähr eben ſo viel verkleinerndes Glas, und fand ebenfalls die Verdoppelung der Bilder; eben ſo lag auch jetzt das verkleinerte Bild auf der Seite des unbewaffneten Auges, und das verkleinerte Bild ſchien näher zu liegen. Unſer Urtheil über die Entfernung in dieſem und dem vorhergehenden Falle wird durch die Deutlichkeit beſtimmt, daher das gröſsere doch entfernter ſchien. 11. Wenn ich dagegen durch eine ſehr ſtark vergröſsernde oder verkleinernde Glaslinſe irgend etwas ſah, ſo blieb nur Ein Bild, wenn auch beide Augen nach dem Gegenſtande gerichtet waren, und ich konnte willkührlich bald das veränderte, bald das unveränderte Bild durch eine Veränderung, die, nach dem Gefühle, im Innern des Auges vorging, ſehen.

Ich will mit der Erklärung dieſer letztern Erſcheinung anfangen. Wir ſehen hier den Gegenſtand durch die Wirkung der Glaslinſe in einer von der wahren, (welche das andere Auge wahrnimmt,) verſchiedenen Entfernung. Da nun das Bild eines entferntern Gegenſtandes nicht ſo weit hinter die Kryſtall-Linſe als das Bild eines nähern fällt, zum deutli-

dem linken Auge ſieht, und z. B. des Mondes, den man mit dem rechten Auge durch das Fernrohr ſieht, in eins zuſammenfallen, und man den Mond auf dem Oehlpapiere liegend zu ſehn glaubt, wäre dieſer Fall nicht von dem des Verſuchs weſentlich verſchieden. *d. H.*

chen Sehen aber erfordert wird, dafs die Spitze des Strahlenkegels auf die Netzhaut fällt, ſo hat die Kryſtall-Linſe das Verömgen, welches Young *) ſehr ſcharfſinnig aus der faſerigen Bildung derſelben erklärt, nach dem jedesmahligen Gebrauche ihre Krümmung zu ändern. Da wir aber wahrnehmen, dafs alle andere innere Bewegungen des Auges, Stellung der Achſe u. ſ. w., von beiden Augen zugleich und gemeinſchaftlich gemacht werden, ſo läſst ſich auch auf ein gemeinſchaftliches Zuſammenziehen der Kryſtall-Linſe ſchlieſsen. Iſt aber dies der Fall, ſo wird, nach dem oben angeführten Grunde, bei einem beträchtlichen Unterſchiede, der Gegenſtand für das unbewaffnete Auge nicht ſichtbar ſeyn, in ſo fern er es für das bewaffnete wird, und umgekehrt.

Alle übrige Beobachtungen laſſen ſich eben ſo leicht aus angenommenen Bedingungen und Geſetzen des Sehens und des Lichts erklären, aus der Beugung deſſelben und aus der Ortsveränderung der Gegenſtände, die nicht im Horopter liegen. **) Das Licht oder jeder andere Gegenſtand, worauf wir ſehen, liegt hier im Horopter, alſo alles andere dies-

*) Gren's Journal der Phyſik, Bd. VIII, S. 415. *A.*

**) Vergl. Smith's *Optik*, S. 43 u. folg. Ich brauche wohl nicht zu erinnern, dafs die dort angeführten Beiſpiele vom Doppeltſehen nur eine der Urſachen mit den von mir beobachteten gemein haben. *A.*

ſeits oder jenſeits; ſo auch die Röhre, das Glas, das Papier, durch welches wir den Gegenſtand ſehen. Die Deutlichkeit und Gröſse des Gegenſtandes werden durch Beugung in der Röhre und im Papiere, durch Brechung im Glaſe verändert, der Gegenſtand wird vergröſsert oder verkleinert, dunkler oder heller. Die beiden Bilder ſind daher verſchieden, und wir müſſen ſie an verſchiedene Orte ſetzen; da aber das mit bloſsem Auge Geſehene im Horopter liegt, kann das andere nicht darin liegen, ſondern es muſs in der Richtung der ebenfalls nicht im Horopter befindlichen Röhre, Glaſes oder Papiers ſeyn, und wird ſo auf einen dem andern nicht correſpondirenden Punkt der Netzhaut fallen. Hieraus ſcheint die Erklärung aller beſchriebenen Verſuche unmittelbar zu folgen.

Durch die Beugung an einem Körper, der nicht im Horopter liegt, läſst ſich auch, wie ich glaube, die von Scheiner *) zuerſt beobachtete Erſcheinung der Verdoppelung eines Lichts in demſelben Auge, wenn man es durch eine Karte ſieht, in welche mehrere Löcher geſtochen ſind, leichter als nach la Motte erklären. **) Auch erklärt es ſich, wie Rochon, ***) durch Zuſammenſetzung von Glasplatten von verſchiedener Brechbarkeit, einen künſtlichen verdoppelnden Kryſtall hat hervorbringen können, und warum Trunkene und andere, denen ein Auge voll Waſſer

*) Schottii *mag. univerſ.*, p. 37. A.

**) *Verſuche und Abhandlungen der Geſellſchaft in Danzig*, B. II, S. 290. Prieſtley's *Geſchichte der Optik*, überſetzt von Klügel, S. 490. A.

***) Crell's *Neueſte Entdeckungen in der Chemie*, Th. IX, S. 3 bis 6. A.

ſteht, ohne Verrückung der Augenachſe etwas doppelt ſehen können.

In allen oben angeführten Fällen wurde ein Gegenſtand immer von beiden Augen deutlich geſehen; es wurde auch der Grund gezeigt, warum er verſchieden geſehen wurde. Dies iſt der von Gaſſendi *) und ſpäter von Herrn Mönnich **) vertheidigten Behauptung der relativen Ruhe des einen Auges, wenn gleich beide nach Einem Gegenſtande gerichtet ſind, wenigſtens in ſo fern entgegen, daſs doch beim erſten Anſchauen eines Gegenſtandes beide Augen thätig ſind. Sonſt würde, wenn ich einen Gegenſtand durch jene Röhre betrachte, und nun das andere Auge öffne, die Verſchiedenheit nicht wahrgenommen werden können. „Wenn ich“, ſagt Herr Mönnich, „beide offe„ne Augen auf Einen und denſelben Gegenſtand „richte, ſo iſt die Richtung des einen Auges von „der des andern verſchieden.“ Das iſt aber der Erfahrung gar nicht gemäſs, nach welcher die beiden Augenachſen ſich immer unter demſelben Winkel nach einem Gegenſtande richten.

Die Verſuche, die Herr Mönnich anführt, beweiſen alle nur, daſs bei einigen Menſchen der Fall iſt, daſs ſie gewöhnlich nur mit Einem Auge ſehn. Der erſte Verſuch, (S. 47,) über einen Gegenſtand, der, von einem andern zwiſchen ſtehenden gedeckt, mit beiden Augen nicht geſehen wird, und hervortritt, wenn man ein Auge zumacht, der, wie er ſelbſt ſagt, nicht allen gelingt, hat keinem von denen, die ich um Wiederholung bat, gelin-

*) *Opp.*, T. II, p. 395. *A.*

**) *Sammlung der deutſchen Abhandlungen der Berliner Akademie*, Berlin 1796, S. 46 bis 66. *A.*

gen wollen. Wenn dabei nicht ein Irrthum ſtatt gefunden, daſs die Achſe des einen Auges beim Zumachen des andern die Lage verändert, ſo iſt wenigſtens dieſer Erfolg ganz ſubjectiv.

Eben ſo wenig läſst auch der Erfolg der Wiederholung der Janinſchen Verſuche eine allgemeine Folgerung zu. Janin *) ſah durch Brillen mit verſchieden gefärbten Gläſern nach einem Gegenſtande, und ſah dieſen in der Farbe, die aus dem Vorhalten beider Gläſer vor Ein Auge entſteht: es wurde z. B. aus blau und gelb, grün; aus blau und roth, violett. Herr Walther **) wiederholte dieſe Verſuche mit gleichem Erfolge, aber Herr Mönnich ſah immer nur Eine der beiden Farben, und höchſtens nur einen vermiſcht gefärbten Ring. Ich habe jene Verſuche ebenfalls wiederholt, und ein dem Janinſchen völlig entſprechendes Reſultat erhalten. So weit ich die Gegenſtände mit beiden Augen ſehen konnte, hatten ſie die Farbe der Vermiſchung; das hingegen, was nur mit Einem Auge geſehen wurde, die Farbe des vorgehaltenen Glaſes.

Hieraus folgt, daſs es noch völlig unerwieſen iſt, daſs beim gröſsten Theile der Menſchen gewöhnlich eine relative Ruhe des einen Auges ſtatt finde, daſs vielmehr Verſuche dagegen ſind, daſs hingegen die Verſuche, die bisher zum Beweiſe gebraucht wurden, nur in der ausgezeichneten Beſchaffenheit der Augen der einzelnen Menſchen gegründet waren.

*) Janin's *Abhandlung über das Auge und ſeine Krankheiten*, Berlin 1776, S. 38 u. 39. *A.*

**) *Deutſche Abhandlungen der Akademie zu Berlin*, Berlin 1793, S. 3 bis 11. *A.*

ANNALEN DER PHYSIK.

DRITTER BAND, DRITTES STÜCK.

I.

Beobachtungen über die horizontale Strahlenbrechung bey irdiſchen Gegenſtänden und über die Vertiefung des Seehorizontes (dip of the ſea)

VON

JOSEPH HUDDART F. R. S. *).

Da die Veränderlichkeit und die Ungewiſsheit in der ſcheinbaren Vertiefung des Seehorizonts unter dem wirklichen Horizont des Beobachters, (*dip of the ſea*), bey verſchiednen Zuſtänden der Luft die Sonnen- und Sternhöhen, die auf der See beobachtet werden, und mithin auch die daraus berechnete Breite eines Schiffes, nicht wenig ungewiſs macht, ſo hielt ich es der Mühe werth, dieſe Materie, wo möglich, aufzuklären.

Ich habe oft bemerkt, daſs das niedrige Land und das Ende von Vorgebirgen aus einer gewiſſen

*) Aus den *Philoſ. Transactions of the Roy. Soc. of London for.* 1797. *P.* 1. *p.* 29—42.

Entfernung oberhalb derſelben geſehn, über der See erhaben, und durch einen beträchtlichen Zwiſchenraum von ihr getrennt ſchienen. Den merkwürdigſten Anblick dieſer Art hatte ich zu Macao, einige Tage vor einem Sturm (typhon), in welchem das Schiff auf der Rhede ſeinen Topmaſt verlohr; nie ſah ich das Land und die Gebirge ſo hoch über der See, und durch einen gröſsern Zwiſchenraum von ihr getrennt.

Unſtreitig geht bey dieſer Erſcheinung eine Brechung der Strahlen vor. Es ſcheint mir, daſs die Luft, ſtatt nach der Oberfläche der See zu ſtets dichter zu werden, alsdann von einer gewiſſen Höhe ab ſich verdünne, wovon der Grund in den Dünſten, die aus der See aufſteigen, liegen mag, und daſs dann der gebrochne Strahl auf die entgegengeſetzte Art, wie gewöhnlich, d. h. herabwärts, gekrümmt wird. Vielleicht daſs grade dieſe geringere ſpecifiſche Schwere der Lufttheilchen unmittelbar über der See die wahre Urſach der ganzen Verdunſtung iſt. Die Lufttheilchen unmittelbar über dem Spiegel der See, ſchwängern ſich bey ihrer Verwandtſchaft zum Waſſer, mit expandirten Waſſertheilchen, und bilden luftförmige Dünſte, die ſpecifiſch leichter als die trockne Luft ſind, und deshalb in ihr aufſteigen. Indem ſie in die Höhe ſchwimmen, geben ſie den andern Lufttheilchen etwas von ihrer Feuchtigkeit ab, und werden dadurch endlich eben ſo trocken, und mithin eben ſo dicht, als die übrige Luft. Doch das

ist eine bloſse Vermuthung, die ich nur beyläufig anführe *).

Im Jahr 1793 hatte ich Gelegenheit zu *Allonby* in *Cumberland* eine ähnliche Beobachtung an dem Vorgebürge *Abbey-head* auf der gegenüberliegenden ſchottiſchen Küſte (in Galloway) anzuſtellen. Mein Fenſter lag ungefähr 50 Fuſs über dem damaligen Spiegel der See, und 7 Stunden vom Vorgebirge. Etwas über eine Stunde weit erſtreckte ſich bis an die See eine dürre Sandfläche, die 3 oder 4 Fuſs höher als die See lag, und über dieſe Sandfläche xy weg zeigte ſich mir das Vorgebirge, wie es in Fig. 1. Taf. III. abgebildet iſt. Nicht weit über dem Sande erſchien in HO der Seehorizont. Die Sandbank d (hummock) exiſtirte nicht wirklich, ſondern war ein Theil des Vorgebirgs, welcher getrennt und einzeln, ziemlich hoch über der See, ſo daſs zwiſchen beiden ein freyer Zwiſchenraum blieb, zu ſchweben ſchien. — Als ich darauf ungefähr 25 Fuſs herabſtieg, ſo daſs die Sandfläche xy den ſcheinbaren Horizont abgab,

*) Aus den Beobachtungen des Abbé *Grubers* und des Baudirector *Woltmanns*, die der Leſer im nächſten Bande der Annalen in kurzen Auszügen finden wird, erhellt, daſs die Luft über dem Waſſer ſchon dann, wenn das Waſſer blos ſtärker als die Erdfläche erwärmt iſt, die geſchilderte Beſchaffenheit annimmt, welche aber allerdings durch den Umſtand, den Huddart berührt, noch verſtärkt werden kann. *d. H.*

war das ganze ſchwebende Gebilde, das ich von oben wahrgenommen hatte, verſchwunden, und das Vorgebirge unterſchied ſich überall beſtimmt von der Sandfläche.

Da ſich dieſes an einem Nachmittag ereignete, wo die Feuchtigkeit des Sandes gröſstentheils verflogen ſeyn muſste; ſo ſchlieſse ich, daſs wahrſcheinlich die Verdünſtung der See dicht über der Seefläche eine geringere Strahlenbrechung, als über dem Lande bewirkt habe, und daſs, wenn dieſes in dem Grade geſchieht, daſs ein Gegenſtand, gleich *d*, über dem Horizonte völlig zu ſchweben ſcheint, vermöge dieſer verringerten Strahlenbrechung von jedem Punkte des Gegenſtandes zwey verſchiedne Strahlenkegel in das Auge des Beobachters kommen, wovon der eine den Gegenſtand über der punktirten Linie *AB* aufrecht, und der andre ihn zugleich unterhalb dieſer Linie verkehrt zeigt, wie das bey der beſchriebnen Erſcheinung der Fall war. Und hierzu bilde ich mir folgende phyſikaliſche Theorie. Die Luft - oder Dunſtſchichten, die unmittelbar über der Seefläche ruhen, ſind vermöge der aufſteigenden Waſſerdünſte ſtärker expandirt und dünner, als die darüber ſchwebenden, ſo daſs die Dichtigkeit der verſchiednen, unendlich dünnen Luftſchichten von der See an, aufwärts, anfangs zunimmt, bis ſie in irgend einer Schicht in geringer Höhe über der See, z. B. in der Fläche *AB*, am gröſsten wird. Dann erſt nimmt die

Dichtigkeit der höher liegenden Schichten, und zwar bis ins Unbeſtimmte ab. Dieſe *Fläche der gröſsten Dichtigkeit* trennt daher von einander eine Folge entgegengeſetzt liegender brechender Flächen, die unmerklich in einander übergehen, und deshalb ſchief einfallende Strahlen nach krummen Linien, den Geſetzen der Dioptrik gemäſs, ſo brechen, daſs ſie nach den dichtern Flächen zu hohl ſind*).

Um dieſen Grundſtein der Theorie, die ich mir über die horizontale Strahlenbrechung irdiſcher Gegenſtände bildete, wo möglich, durch Beobachtungen hinlänglich zu begründen, durchlief ich, wenn die Umſtände dieſen Erſcheinungen günſtig ſchienen, mit einem guten Teleſcop verſchiedne Theile jener Küſte, und fand, ſo ſelten es auch iſt Gegenſtände ſo nahe am Horizont, und in ſolcher Entfernung beſtimmt begränzt zu ſehn, doch Gründe genug zur Beſtätigung meiner Erklärung.

Einſt an einem ſchönen und heitern Tage, bey einem ſehr leichten Winde, als grade das Land über der See zu ſchweben ſchien, erblickte ich aus meinem Fenſter in einer Entfernung von ungefähr $1\frac{1}{2}$ geogr. Meilen ein kleines Schiff von 20 bis 30 Tonnen, auf das ich ſogleich, als auf den ſchicklichſten Gegenſtand, der mir für dieſe Beobachtung bisher vorgekommen war, mein Fernrohr richtete. Das Fernrohr war 40, die Spitze des Maſtes 55 Fuſs über dem Niveau der See erhaben, das Barometer ſtand auf 29, 7 engl.

*) Man vergl. Aufſatz IV. dieſes Stücks am Ende. *d. H.*

Zoll, das fahrenheitiſche Thermometer auf 54°, und die Luft zitterte, durch das Fernrohr geſehn, nur wenig. Die zweyte Figur ſtellt dieſes Schiff vor, wie es im Fernrohr vergröſsert erſchien, und wie ich es ſogleich bey der Beobachtung, ſo genau als es durch bloſses Augenmaafs geſchehn konnte, nachzeichnete. Von der Spitze des Maſtes bis zur untern Segelſtange (*boom*) hinab, war alles gut begränzt, und ich ſah den Kopf und die Schultern des Steuermanns ſehr deutlich; aber der Körper des Schiffes ſelbſt erſchien ineinander gezogen (*contracted*), verwirrt, und ohne ſcharfe Begränzung. Das umgekehrte Bild war dagegen wieder, von der untern Segelſtange (*boom*) bis zur See herab, beſtimmt begränzt, ſo daſs ich zwar den Steuermann darin nicht deutlich wahrnehmen konnte, wol aber eine ſchmale Oeffnung zwiſchen dem Maſt und der obern Segelſtange (*gaff*), unmittelbar über dem Seehorizonte. Wäre der Maſt 10 Fuſs kürzer geweſen, hätte etwa nur bis *y* gereicht, ſo würde das ganze Bild über der See ſchwebend, und zwiſchen *y* und *d* ein freyer Raum geweſen ſeyn. Das umgekehrte Bild war eben ſo breit, doch nur $\frac{2}{3}$ ſo hoch, als das aufrecht ſtehende, wiewohl es mir während der Beobachtung, die ich eine Stunde lang fortſetzte, manchmal eben ſo hoch als jenes ſchien.

Die dritte Figur dient zur Erklärung dieſer Erſcheinung aus meiner Theorie. *A* iſt das Fenſter, aus welchem ich das Schiff *B* erblickte, *HO*

die nach der Kugelgeſtalt der Erde gekrümmte Meeresfläche, DC die von ihr gleich weit abſtehende Fläche der gröſsten Dichtigkeit in der Atmoſphäre, und die Linien aa', bb', cc', dd', bezeichnen den Weg der auf verſchiedne Art gebrochnen Strahlenkegel, die vom Schiff in das Fernrohr gelangen.

Der Strahlenkegel, deſſen Axe aa' iſt, und der von einem Punkt beym obern Ende des Hauptſegels ausgeht, bleibt in ſeinem ganzen Wege über der Fläche der gröſsten Dichtigkeit, und wird daher in eine krumme Linie gebrochen, die in ihrer ganzen Länge nach oben zu convex iſt. Dagegen iſt der Strahl dx, der von demſelben Punkte aus nach der See zu herabfährt, anfangs zwar von d bis w auch nach oben zu convex; hier aber geht er durch die Ebne der gröſsten Dichtigkeit, und weiter herab wird er auf die entgegengeſetzte Art gekrümmt, ſo daſs er von x bis y nach unten zu convex iſt. Hier geht er zum zweytenmal durch die Fläche der gröſsten Brechung, wird nochmals inflectirt, und kömmt aufwärts gekrümmt ins Auge.

Auch vom Endpunkte b der untern Segelſtange gelangen zwey verſchiedne Strahlenkegel ins Auge, deren Axen bb' und bc ſind, die aber, weil der leuchtende Punkt nahe bey der Fläche der gröſsten Dichtigkeit liegt, einen kleinern Winkel als die erſtern miteinander machen. Der Strahl bb' bleibt anfangs der Fläche der gröſsten Dichtigkeit faſt paralliel, und weicht nachher erſt von ihr

ab, daher er anfangs faſt gradelinig, nachher aber nach oben zu convex iſt. Der Strahl *bc* iſt von *b* bis *c* aufwärts convex, dann, von *c* bis *z*, ſo lange er unter der Fläche der gröſsten Dichtigkeit bleibt, herabwärts gekrümmt, zuletzt aber von *z* bis zum Auge wieder aufwärts convex.

Nur wenn der eine Hauptſtrahl durch ein Mittel geht, zu welchem der andere nicht kömmt, iſt es möglich, daſs aus demſelben leuchtenden Punkte zwey Strahlenkegel von verſchiedner Lage ins Auge gelangen. Die Theile des Schiffs, welche doppelte Bilder geben, müſſen daher über der Fläche der gröſsten Dichtigkeit liegen*), weshalb

*) In dieſem Fall nemlich, wo das Auge ſelbſt über der Fläche der gröſsten Dichtigkeit iſt. Befände ſich das Auge dagegen unter der Fläche der gröſsten Dichtigkeit, ſo würden grade ſo nur von Punkten eines Gegenſtandes unter dieſer Fläche zwey verſchiedne Strahlenkegel ins Auge kommen, und folglich doppelte Bilder erſcheinen können. Statt daſs jetzt der zweyte Strahlenkegel nach *unten* und zwar deſto ſtärker gekrümmt iſt, je höher, (bis auf eine gewiſſe Gränze) der leuchtende Punkt liegt, und dadurch ein zweytes verkehrtes Bild *unter* dem aufrechten hervorbringt; würde dann (wenn Auge und leuchtender Punkt unter der Fläche der gröſsten Dichtigkeit liegen) der zweyte Strahlenkegel nach *oben* zu, und zwar deſto ſtärker gekrümmt, je tiefer der leuchtende Punkt läge, und dadurch ein zweytes verkehrtes Bild *über* dem aufrechten erzeugt werden

dieſe Fläche unterhalb der untern Segelſtange fortging, und zur Zeit dieſer Beobachtung höchſtens 10 Fuſs über die Oberfläche der See erhaben ſeyn konnte.

Da wo das aufrechte Bild mit dem verkehrten zuſammenfällt, entſteht Undeutlichkeit, und das iſt der Grund, warum der Körper des Schiffs ſich im Fernrohr ſo verworren und ſchlecht begränzt zeigte, einige Theile aufrecht, andre verkehrt. Es ſey z. B. die punktirte Linie *i i* ein Strahlenkegel, der von einem Punkte zwiſchen dem aufrechten und verkehrten Bilde ins Auge kömmt, z. B. vom obern Theil des Schiffskörpers, (denn der untere war nicht zu ſehn)*); ſo wird das verkehrte

Dieſe Spieglung aufwärts ſcheint zwar *Huddart* nie bemerkt zu haben, auch iſt ſie ein ſelteneres Schauſpiel, als die Spieglung abwärts; doch ſollen in den folgenden Stücken der Annalen mehrere Beſchreibungen derſelben folgen. Sie pflegt gemeiniglich ſo ungewöhnliche Erhebungen zu begleiten, dergleichen *Huddart* zu *Macao* wahrnahm, und iſt am vollſtändigſten von *Vince* beobachtet worden, deſſen Aufſatz ich auf das nächſte Stück verſpare. *d. H.*

*) Weil nemlich der obere Theil des Schiffs allein über der Fläche der gröſsten Dichtigkeit hervorragte, der untere aber nicht, ſo wurden, wie *Huddart* es ſich vorſtellt, (S. 272) die Strahlen, die ſonſt vom untern Theil ins Auge gekommen wären, in ihrer Bahn unter der Fläche der gröſsten Dichtigkeit aufwärts gebrochen, ſo daſs

Bild nur dann ſichtbar werden, wenn die Winkel *aAd*, *aAc* gröſser als *aAi* ſind. Denn ſonſt fällt es mit dem aufrechten zuſammen, und der zweyte Strahlenkegel wird blos dadurch merkbar,

ſie nach oben zu hohl wurden, und gingen darum alleſammt über das Auge fort. Oder vielleicht noch richtiger können wir uns dieſes folgendermaſsen vorſtellen. Es iſt aus *Newtons* Verſuchen bekannt, daſs bey Strahlen, die aus einem dichtern Mittel nach einem dünnern zu fahren, keine Brechung, ſondern eine Zurückwerfung ſtatt findet, ſobald der Einfallswinkel ſo groſs wird, daſs der Sinus des Ausfallswinkels, dem Brechungsverhältniſs gemäſs, gröſser als 1. werden müſste. Folglich werden von den untern Steilen des Schiffs, die zunächſt unter der Fläche der gröſsten Dichtigkeit liegen, und von den zunächſt davor liegenden Theilen der See, gar keine Strahlen ins Auge gelangen; denn ſie gehn nicht in die dünnern höher liegenden Luftſchichten über, ſondern werden herabwärts zurückgeworfen. Dagegen ſpiegeln ſich die zunächſt über der Fläche der gröſsten Dichtigkeit liegenden Gegenſtände, wie z. B. hier das Schiff und der Himmel dahinter, (wegen der groſsen Einfallswinkel ihrer Strahlen auf dieſe Fläche, bey der die Brechung in ein Zurückwerfen übergeht) in dieſer Fläche, wie in einem Spiegel. Daher das umgekehrte Bild des Schiffs unter dem Aufrechten, und die ſcheinbare Erhebung des aufrechten Bildes über dem ſcheinbaren Seehorizont, oder vielmehr die Vertiefung oder Senkung dieſes unter dem Schiffe, indem das Bild des Himmels an die Stelle der entfernteſten Theile der

dafs er das Bild des erftern verwirrt. Daher kann kein verkehrtes Bild vom Segel erfcheinen, wofern nicht die Axen der beiden Strahlenkegel, *aa*, *dd*, die von demfelben Punkte *a* ausgehen, unter einem Winkel ins Auge fallen, der gröfser als die fcheinbare Gröfse des Segels *aAb* ift. — Die Längen des aufrechten und verkehrten Bildes verhalten fich wie die Sinuffe der Winkel *aAi* und *iAd*. Sind beide gleich, fo ift *aAd* noch einmal fo grofs als *aAi*, und dann verhalten fich die Sinuffe der Winkel *aAb*, *aAc*, *aAd*, wie die Längen *ab*, *ac*, *ad* im vergröfserten Bilde des Schiffs Fig. 2.

See tritt. Grade fo erklärt fich die Spieglung aufwärts, falls die Gegenftände und das Auge unter der Fläche der gröfsten Dichtigkeit liegen. — Doch geht in der That bey beiden Phänomenen die *Refraction* in *Reflexion* und diefe in jene fo über, dafs fie fich aus keiner allein völlig genügend erklären laffen, fondern dafs dabey auf beide, und zwar befonders auf die Brechung der Strahlen gefehn werden mufs, wie *Huddart* diefes fehr richtig thut. Aus der blofsen Refraction liefs es fich z. B. gleich nicht erklären, wie das verkehrte Bild in Gröfse fo veränderlich feyn, und oft nur $\frac{2}{3}$ des aufrechten betragen könne; eine Beobachtung, die auch andre fchon vor Huddart gemacht haben. — Grade fo wie *Huddart* befchreibt fchon *Büfch* diefes Phänomen an Schiffen auf der Elbe, in einem vor fechzehn Jahren gedruckten Werke, woraus in Auffatz III ein Auszug folgt; nur dafs er es noch nicht aus den wahren Gründen erklärte. *d. H.*

Dafs bey einem ſolchen Zuſtand der Luft aus jedem Punkte eines Gegenſtandes, der mehr als *i*, aber nicht höher als *a* über der Erdfläche erhaben iſt, wirklich zwey verſchiedne Strahlenkegel ins Auge gelangen, dafür giebt die folgende Beobachtung über den Glanz von Lichtern, deren Strahlen nahe über dem Seehorizonte hinſtreichen, den überzeugendſten Beweis.

Als ich vor fünf Jahren in der Trinity-Jacht mit einigen Altbrüdern der Lotſen den Canal hinunter ſegelte, um die Leuchtthürme zu beſichtigen, erzählte man mir, dafs das untere Licht im Leuchtthurm von Portland nahebey ſchwächer, in einer groſsen Entfernung hingegen weit heller, als das obere Licht zu ſeyn ſcheine. Ich vermuthete ſogleich, dafs der Grund dieſer Erſcheinung in der gröſsern Nähe des untern Lichts beym Seehorizonte liege, und fand bald Gelegenheit, dieſes durch eigne Beobachtungen zu beſtätigen. Die Nacht war helle, und es blies ein friſcher Nordwind, als wir um die Spitze von Portland ſegelten. Anfangs ſchien das obere Licht, nach einſtimmiger Meinung, am hellſten; als wir aber ungefähr 5 Seemeilen vom Leuchtthurm entfernt waren, und das untere Licht nun dicht über dem Horizonte ſtand, ſchien es plötzlich mit einem verdoppelten Glanze, und ein kurzſichtiger aus der Geſellſchaft, dem beide Lichter ſchon eine Zeit vorher unſichtbar geworden waren, nahm nun wieder das untere wahr. Wir erkletterten den Maſtbaum, aber ehe ich ihn bis zur Hälfte erſtie-

gen hatte, war das untere Licht wieder schwächer als das obere; dabey erschien es vom Verdeck aus gesehn, immerfort in gleich hellem Glanze. Darauf verlohren wir es bald aus den Augen, und als nun auch das obere Licht zum Horizont herabgegangen war, glänzte es eben so aufserordentlich, wie das vorige. Beym Ersteigen des Mastbaums verlohr es wieder eben so seinen Glanz, und vom Mastkorbe aus zeigten sich beide Lichter, das obere schwach, das untere im doppelten Glanze.

Dieser verdoppelte Glanz rührt von der zweyfachen Lichtmenge her, die, wenn das Licht dicht an den Horizont kömmt, von den beiden Strahlenkegeln erzeugt wird, die dann von jedem leuchtenden Punkte desselben ins Auge kommen. Man denke sich statt des Schiffs in Fig. 3. den auf der Küste stehenden Leuchtthurm, und in *A* wiederum das Auge des Beobachters. Sobald das untere Licht so tief herabgekommen ist, dafs man es durch den Strahlenkegel $a\,a'$ sieht, erscheint im Horizonte ein zweytes Licht x, mittelst des Strahlenkegels $d\,d'$; und sicher würde ich damals deutlich zwey Lichter gesehn haben, hätte nur die Bewegung des Schiffs es erlaubt, mein Fernrohr zu brauchen. So wie das Licht tiefer nach *i* zu sinkt, nähern sich beide Bilder, fallen endlich bey verdoppeltem Scheine in einander, und verschwinden in *i* völlig unter dem Seehorizonte. — Doch falls die brechende Kraft der Dünste nicht so stark ist, dafs die beiden Strahlenkegel $a\,a'$ und $d\,d'$ unter einem

Winkel gröfser als die doppelte ſcheinbare Gröfse der Lampen und des Reflectors ins Auge fallen, ſo vermiſchen ſich beide Bilder, und der helle Glanz dauert eine kürzere Zeit über. Es würde daher intereſſant geweſen ſeyn, die Zeit, wie lange bey unſrer Fahrt der helle Glanz jedes Lichtes währte, zu beobachten; doch das geſchah damals nicht, und ſeitdem habe ich nicht wieder Gelegenheit dazu gefunden. Indeſs empfehle ich es den Seefahrern, von Leuten, die in verſchiedner Höhe geſtellt ſind, ein Licht beobachten zu laſſen, um es nahe am Horizont im gröfsten Glanze wahrzunehmen *).

*) Dieſe ſo einfache Erklärung läſst ſich, wie mich dünkt, ebenfalls auf den ſtarken Glanz übertragen, den wir auch bey uns an entfernten hochſtehenden Lichtern und an Sternen nahe am Horizonte wahrnehmen. An hellen Abenden iſt auch über der Erdfläche die Ausdünſtung ſo ſtark, daſs dadurch dieſelbe doppelte Brechung erzeugt werden kann. Wir ſehn dann ein entferntes hochſtehendes *Licht* zweyfach, und daher nicht nur eine noch einmal ſo groſse Helligkeit als ſonſt, ſondern auch, weil die Strahlung beider Bilder in einander ſchwindet, einen Glanz von einem viel gröfsern Umfang, der ſich, beſonders wenn das Licht hoch ſteht, durch ein Fernrohr geſehn, vielleicht in zwey Bilder auflöſen möchte. Grade das ſcheint bey den *Sternen* der Fall zu ſeyn, die beym Auf- und Untergang ſich dem bloſsen Auge in ihrer Strahlung ſo ſehr viel gröfser, als hoch am Himmel zeigen. Ferner lieſse ſich

Was nun noch die zuerſt erwähnte Erſcheinung des Vorgebirges *Abbey-head* betrifft, ſo erhellt aus dem Geſagten, daſs die Bilder der niedrigſten Punkte des Landes, welches man über der See weg ſieht, in der Linie *AB* Fig. 1. liegen; denn was darunter erſcheint, iſt das umgekehrte Bild. In der Linie *AB* ſind die Bilder immer ver-

hieraus vielleicht die auſserordentliche Gröſse des *aufgehenden Mondes*, die man zu Zeiten von Hügeln wahrnimmt, erklären; eine Erſcheinung, die von der ganz verſchieden iſt, nach welcher Sonne und Mond (weil wir ſie an einem eingedrückten Gewölbe zu ſehn glauben) an Gröſse zunehmen, wenn ſie ſich dem Horizonte nähern. Nur bey gewiſſen Zuſtänden der Luft zeigt ſich der Mond, wenn er an einem heitern Abend aufgeht, von einer Höhe herabgeſehn, in einer ſo überraſchenden Gröſse. Man ſieht ihn der Verticallinie nach in die Länge gezogen; ſein Licht iſt matt, mehr röthlich als gelb, und er verliert dieſe Gröſse zuſehends, ſo wie er den Horizont verläſst. Endlich möchte ich hierher auch eine von den ſonderbaren Erſcheinungen rechnen, woran der *Brocken* und andre gleich hohe Berge, bey dunſtigem Himmel ſo reich ſind. Ein glaubwürdiger Reiſender erzählte mir nemlich beym Sonnenaufgang an einem wolkigen und dunſtigen Tage zwey Sonnen geſehn zu haben, wovon ſich die eine über dem Horizonte erhob, die andre hingegen, ſamt dem erleuchteten Gewölk umher, unter dem deutlich erkennbaren Horizonte zu ſtehn ſchien, (wie Fig. 7. es darſtellt) und die beide bald verſchwanden. *d. H.*

wirrt und schlecht begränzt, die Begränzung v
d ist verwischt, und oft erscheint das Vorgebir
bey der Vertiefung *m* ganz abgeschnitten, glei
einer Insel. Wo das Land flach ist, wie bey
und *m*, muss es über dem Seehorizonte schweben
erscheinen.

Es sey in Fig. 4. *HO* die gekrümmte Me
ressfläche, *d* der höchste Gipfel eines Berge
der von *A* aus vermöge jener Strahlenbrechung ge
sehn wird, und die punktirte Linie *cc'* ein Strah
lenkegel, der dicht über die Fläche der gröfste
Dichtigkeit *CD* fortstreicht, so wird *c* der niedrig
ste Punkt des Gipfels seyn, von dem Strahlen ins Au
ge kommen. Denn die Strahlenkegel von niedrigern
Punkten, leiden in dieser Fläche eine entgegenge
setzte Brechung, sind also in einem Theil ihrer
Bahn aufwärts hohl, und gehn deshalb über dem
Auge des Beobachters fort *). Es sey *AD* die Tan
gente des Strahls *cc'*, in dem Punkte, wo er ins
Auge fällt; diese Tangente liegt über der Bahn
des Strahls, die ganz nach oben zu convex ist,
und daher erscheint der Gipfel *d* durch die Strah
lenbrechung nach *D* erhoben. Ist dagegen *Ax* ein
Strahl, der vom äufsersten Punkte der See ins Au
ge kömmt, so ist dieser nach oben zu anfangs hohl,
zuletzt zwar convex, allein jenes mehr als dieses,
daher die Tangente *Av*, unter welcher dieser Strahl
ins Auge fällt, unterhalb *Ax* liegen, und so der
scheinbare Seehorizont durch die Brechung erniedrigt

*) Vergl. S. 265. Anmerk.

gt werden wird. Der Raum zwiſchen beiden
dern, deſſen ſcheinbare Gröſse *DAv* iſt, wird
en, und daher *D* hoch über dem Meere zu
weben ſcheinen. Geſetzt, dicht über dem Gipfel
tehe ein Stern*, ſo kommen auch von dieſem
ey verſchiedne Bilder ins Auge, und eins wird
er, das andre unter der Sandbank *D* zu ſtehn
einen.

Einſt ſah ich von einem erhabnen Standpunkte
s eine entfernte Landſpitze oder ein Vorgebirge,
Geſtalt einer graden Linie *AB*, Fig. 5., die mit
m Seehorizonte einen ſpitzen Winkel *BAO* bil-
te. Da die vorderſte Spitze *a* ſchlecht begränzt
id über der See erhoben ſchien, ſtieg ich herab,
obey zwar der Seehorizont *HO*, *HO*, heraufrück-
, die Landſpitze *a*, *a*, *a*, aber ſtets dieſelbe Lage
gen den Horizont, und dieſelbe Geſtalt behielt,
ſchon es nun gewiſs war, daſs das Land in gra-
er Linie *AB* bis unter den Seehorizont herab-
ng. Wenn ſich daher von einem niedrigen
andpunkte aus, das Vorgebirge durch ein Fern-
hr, wie in Fig. 6, zeigt, ſo iſt die Linie *VI*, wel-
he parallel mit dem Seehorizonte *HO* durch den
orderſten Punkt der Spitze geht, die unterſte
ränze der aufgerichteten Bilder. Und iſt *ab* eine
lie ſcheinbare Spitze im Punkte *C* berührende Li-
ie, welche mit dem Horizont denſelben Winkel
nacht, unter den in Fig. 6. das Land wirklich ge-
neigt iſt, ſo wird *C* der Punkt der gröſsten Bre-
chung ſeyn, und die Höhe der gröſsten Dichtig-

keit in der Luft angeben. Denn so lange die Strahlenbrechung nach unten zunimmt, muss die scheinbare Neigung des Landes *CB* gegen dem Horizont immer kleiner werden. In *C* wird sie nach unten zu plötzlich gröfser, und deshalb ist dort die Fläche der gröfsten Brechbarkeit.

So glaube ich die verzogne Gestalt erklärt zu haben, unter der sich, bey starker Verdünstung, das Land dicht an dem Seehorizonte zeigt, und von der ich wenigstens, so oft ich mich eines Fernrohrs bediente, die Ansicht der Küsten nie ganz frey gefunden habe. Ich bezweifle daher sehr die Richtigkeit der Methoden, welche, um die *Verbesserung wegen der irdischen Strahlenbrechung* zu finden, einen gewissen Theil des Erdbogens zwischen dem Auge und dem Gegenstande zu nehmen lehren. Denn, obgleich die ganze Fläche ≈*CB* in Fig. 7. so gut als gleichweit vom Auge entfernt ist, so findet doch für alle übereinander liegende Punkte eine andre Strahlenbrechung statt; und eben so wird bey Beobachtungen auf dem Lande, wenn die Strahlenkegel nahe über den Boden fortstreichen, die Brechung derselben durch die Verdünstung des Regens und des Thaus einer ähnlichen Abweichung unterworfen seyn, wie das durch die Beobachtungen des Capitain *William's*, Capitain *Mudge's* und Herrn *Dalby's* bey ihren Messungen hinreichend dargethan ist *).

*) *Philos. Trans.* 1795 *p.* 583. Der folgende Aufsatz enthält diese merkwürdigen Beobachtungen.

Ich habe bey meiner Theorie vorausgesetzt, dafs jede Luftschicht in gleicher Höhe über der See durchgehens gleiche Dichtigkeit habe. Ist dieses nicht der Fall, so entstehn *besondere Brechungen*, die sich auf keine allgemeine Grundsätze zurückführen lassen. In diesen Fällen sind wahrscheinlich die Schichten, in denen die Luft gleiche Dichtigkeit hat, den Umständen nach, von gar verschiedner Gestalt, und verändern daher das Ansehn des Landes, den Gesetzen der Strahlenbrechung gemäfs, auf eine mannigfaltige Weise, wie ich das oft bis auf einen Grad, der mich in Erstaunen setzte, wahrgenommen habe. So etwas beschreibt auch *Dalby* *).

*) Er erzählt am angeführten Orte S. 586 und 587. folgendes: „Im April 1793, als ich von *Freshwater Gate* auf der Insel Wight, nach *the Needles* ging, nahm ich eine sehr sonderbare Wirkung der irdischen Strahlenbrechung wahr. Gleich hinter *Freshwater-Gate* erhebt sich der Boden sehr eben und sanft, 2 bis 3 engl. Meilen weit, und 1 oder $1\frac{1}{2}$ Meilen jenseits steht westlich ein kleiner Hügel, dessen Gipfel so ziemlich in der Verlängerung der ansteigenden Ebene liegt. Indem ich auf diesen Hügel zuging, schien der Gipfel, der allein sichtbar war, auf eine wunderbare Art auf und nieder zu tanzen, welches offenbar durch die ungleiche Strahlenbrechung und die Bewegung, die ich im Gehen herauf und herunterwärts machte, bewirkt wurde. Näherte ich das Auge dem Boden bis auf zwey Fufs, so schien der Gipfel ganz abgelöst und über dem Fufse erhoben zu seyn, indem ich

Doch halte ich mich hierbey nicht auf, da meine Abſicht hauptſächlich nur dahin ging, auf die Unzuverläſſigkeit in der Lage und der Vertiefung des Seehorizonts (*dip of the ſea*) aufmerkſam zu machen, und zu zeigen, daſs, wenn das Auge nicht über der Fläche der gröſsten Dichtigkeit erhaben iſt, der ſcheinbare Horizont durch die Einwir-

dann unter ihm den Himmel wahrnahm; und dieſes beobachtete ich wiederholentlich. Es hatte ſtark gethauet, und die Sonne ſchien heiſſer, als es in dieſer Jahreszeit gewöhnlich iſt. Höchſt wahrſcheinlich waren die feuchten Dünſte nahe an der Erde, über welche die Lichtſtrahlen dicht fortſtrichen, die vornehmſte Urſach dieſer ſeltſamen Brechung, worin mich folgender Vorfall beſtätigt. Wir hatten beym Abmeſſen der Grundlinie von *Hounslow Heath* Nachmittags ungefähr 30 Pfähle, jeden 100 Fuſs weit vom andern, in die Erde getrieben, ſo daſs ihre obern Enden im Nivellir-Fernrohre in grader Linie erſchienen. Am folgenden Morgen hatte es ungewöhnlich ſtark gethauet, und die Sonne ſchien hell. Als wir nun das Fernrohr wieder an derſelben Stelle aufrichteten, ſchienen die obern Enden der Pfähle in einer krummen nach oben zu hohlen Linie zu liegen, die Köpfe der weiteſten Pfähle am höchſten. Schon glaubten wir, ſie fehlerhaft eingetrieben zu haben, als Nachmittags, nachdem die Ausdünſtung vorbey war, die krummlinige Geſtalt verſchwand.„ Die Erklärung dieſer intereſſanten Erſcheinungen folgt ſehr leicht aus des *Abbé Grubers* Verſuchen, die ich in der Folge mittheilen werde, und mit denen man dieſe Erzählung vergleiche. *d. H.*

kung der Verdünſtung erniedrigt wird*), und daſs daher wenig Hoffnung zu einer richtigen Corrections-Formel für dieſe Strahlenbrechung bleibt, man müſste denn die Veränderungen in der Verdünſtung beſſer als bisher beurtheilen lernen. Barometer und Thermometer reichen dazu nicht hin, und ſelbſt wenn das Hygrometer noch zu einem wahren Feuchtigkeitsmeſſer der Luft verbeſſert werden, und die Veränderungen derſelben nahe über der See richtig anzeigen ſollte (denn die Verdünſtung iſt in trockner Luft viel ſtärker als in feuchter); ſo würden wir doch noch nicht im Stande ſeyn, die Tafeln für die Tiefe des Sehorizonts (*tables of the dip*) hinlänglich zu verbeſſern.

Ich will daher zum Beſchluſs eine *Methode* mittheilen, der ich mich bediene, um den daraus entſpringenden Irrthum bey der Beſtimmung von Breiten zu vermeiden. Wenn ich z. B. die Breite eines Vorgebirges vom Schiffe aus genauer beſtimmen will, ſo fange ich einige Minuten vor Mittage an, vom Hintertheile oder einem andern ſchick-

*) Der Strahl wird nemlich unter der Fläche der gröſsten Dichtigkeit herabwärts gekrümmt (convex), ſo daſs die Tangente an jedem Punkte unterhalb der Bahn des Strahls liegt. Die Krümmung iſt gröſser oder kleiner, je nachdem die Dichtigkeit der Luft von jener Fläche an, bis an die Erde, ſtärker oder weniger abnimmt, und das iſt auch der Grund der ſo groſsen Veränderlichkeit der horizontalen aſtronomiſchen Strahlenbrechung. *d. H.*

lichen Orte des Schiffs aus, von wo der Horizont nach Süden und nach Norden frey ist, mit dem Hadleyschen Spiegelsextanten abwechselnd eine Reihe kleinster Abstände des untern Sonnenrandes vom südlichen Theile des Horizonts, und gröfsten Abstände des obern Sonnenrandes vom nördlichen Theile des Horizontes zu nehmen. Der Kleinste unter den erstern, und der Gröfste unter den letztern, passen beide für den Durchgang der Sonne durch den Meridian. Verbessert man daher beide wegen der astronomischen Strahlenbrechung, (indem man von Ersterem die durch die Tafeln bestimmte Gröfse abzieht, zu Letzterem hinzufügt,) und bringt bey ihnen den Fehler des Index und den Halbmesser der Sonne gehörig mit in Rechnung; so ist die Summe der beiden verbesserten Abstände weniger 180°, gleich der doppelten Vertiefung des Seehorizonts (*dip*).

Exempel. Es ſey die Abweichung der Sonne 4° 32′ 30″ nördlich, ihr Halbmeſſer 15′ 58″, und man habe aus den Beobachtungen gefunden,

	ſüdlich	nördlich
den Mittags-Abſtand der nächſten Sonnenränder vom Seehorizonte	78° 36′ 30″;	101° 1′ 20″
Refraction nach den Tafeln	— 11	+ 11
Fehler des Index	+ 1 32	+ 1 32
Halbmeſſer der Sonne	+ 15 58	+ 15 58
Verbeſſerter Mittags-Abſtand des Mittelpunkts der Sonne vom Seehorizonte	78 53 49	101 19 1
	180° 12′ 50″	
Folglich die Vertiefung des Seehorizontes (*dip*)		6′ 25″
Alſo die verbeſſerte Mittagshöhe der Sonne	78° 47′ 24″	
Abweichung der Sonne nördlich	4 32 30	
Aequatorhöhe	74 14 54	
Breite des Schiffs nördlich	15 45 6.	

Es thut mir leid, daſs ich dieſem Aufſatze nicht die zu verſchiedener Zeit von mir wirklich beobachteten Vertiefungen des Seehorizontes (*dip*) einrücken kann; denn ich zeichnete in mein Tagebuch blos die berechneten Breiten, nicht die Beobachtungen ſelbſt auf. Die drey Verbeſſerungen wegen der Vertiefung des Horizonts, des Indexfehlers und des Halbmeſſers der Sonne, haben

für beide Mittagsabſtände ſtets gleiche Zeichen, und laſſen ſich daher in der Rechnung zuſammennehmen. — Geht die Sonne nahe beym Zenith durch den Mittagskreis, ſo verändern ſich die Azimuthe ſo ſchnell, daſs es ſchwer wird die richtigen Mittagsabſtände vom Süd- und Nord-Horizonte zu erhalten. Iſt ſie bey der Culmination über 30° vom Zenith entfernt, ſo reicht der Hadleyſche Spiegelſextant nicht zu, und auch mit einem Hadleyſchen Spiegel-Quadranten konnte ich dann den nördlichen Abſtand nie mit einiger Zuverläſſigkeit erhalten.

II.

BEOBACHTUNGEN

des General Roy's, Dalby's und mehrerer Aſtronomen über die Gröſse der irdiſchen Strahlenbrechung und die Vertiefung des Seehorizonts, mit Bemerkungen

DES

HERAUSGEBERS.

Iſt C (Taf. IV. Fig. 1.) der Mittelpunkt der Erde, ſo liegen die Linien AD, BD, welche in der Ebene ACB ſenkrecht auf die Endpunkte der Halbmeſſer AC, BC gezogen ſind, im Horizonte der Beobachter in A und B, und der Winkel DAB oder α iſt die ſcheinbare Tiefe der Bergſpitze B unter dem Horizonte in A, und eben ſo ABD oder β der Tiefenwinkel der Spitze A unter dem Horizonte von B. Dieſe beiden wahren (d. h. von der Strahlenbrechung unveränderten) Tiefenwinkel α und β ſind zuſammengenommen dem äuſsern Winkel EDB, und folglich auch (da unter den vier Winkeln des Vierecks $ACBD$ zweye, bey A und B, rechte ſind) dem Winkel C gleich, welchen, als Winkel am Mittelpunkte, der zwiſchen beiden Standpunkten enthaltne Bogen AB eines gröſsten Kreiſes miſst.

Beſtimmt man folglich für zwey Standpunkte A, B, durch genaue Meſſungen dieſen Bogen AB, mithin auch den Winkel C, und die beiden Tiefen-

winkel α, β; so muss allemal die Summe derselben (dieses Wort im allgemeinsten analytischen Sinne genommen) dem Winkel C gleich seyn. Dass dieses bey zuverlässigen Messungen nie wirklich der Fall ist, liegt darin, dass die Beobachtung nicht die wahren, sondern die durch die Strahlenbrechung veränderten Tiefenwinkel giebt. Zieht man daher die Summe der beiden Tiefenwinkel $\alpha + \beta$ von C ab; so hat man den Effect der terrestrischen Strahlenbrechung für beide Beobachtungen in A und B, und in so fern man ihn für beide gleich gross nehmen darf*), ist die Hälfte dieses Unterschieds, $\frac{C - (\alpha + \beta)}{2}$, die irdische Strahlenbrechung bey der Beobachtung. Sind α oder β Höhenwinkel, so würden sie in dieser Formel negativ.

Dieses ist die Art, wie der General *Roy*, *Dalby* und die Capitains *Williams* und *Mudge* bey ihren trigonometrischen Messungen zur Aufnahme der südlichen Küste Englands, sich von der jedesmaligen Gröfse der terrestrischen Strahlenbrechung durch Beobachtungen zu versichern suchten, um mit Zuverlässigkeit, aus den gemessenen Höhen- oder Tiefenwinkeln, die Höhe jedes ihrer

*) Eine Voraussetzung, die aber gewiss in den mehrsten Fällen, wo die beiden Tiefenwinkel α und β ungleich sind, beträchtliche Fehler giebt, und worauf das eigentlich Willkührliche und Unerlaubte bey dieser Art, die irdische Strahlenbrechung in Rechnung zu bringen, be-

Standpunkte über dem Horizonte des Meers, durch geometrische Mittel zu bestimmen. So z. B. war von *Dunnose* auf der Insel *Weigh* aus gemessen, der Tiefenwinkel eines Berges hinter *Portsmouth* (*Buster Hill*) 6′ 10″, umgekehrt der Tiefenwinkel, unter welchem *Dunnose* von diesem Berge aus erschien 12′ 36″, der gemessene Bogen zwischen beiden betrug 23′ 3″; folglich, schliefsen sie, war die terrestrische Strahlenbrechung in diesem Fall $\frac{4' 17''}{2}$, oder, wenn man noch eine Correction wegen der Lage des Fernrohrs mit in Anschlag bringt, 2′ 16″, d. h. $\frac{1}{10}$ des zwischen den beiden Standpunkten enthaltenen Bogens; ein Schluss, der aber, da der letztere Tiefenwinkel mehr als noch einmal so grofs als der erstere war, schwerlich so gradezu erlaubt ist. Auf diese Art bestimmten sie bey ihren Messungen für etliche vierzig Standpunkte die terrestrische Strahlenbrechung; Bestimmungen, die zur Einsicht in die Natur dieser Refraction von vielem Werth seyn würden, hätten sie dabey auf die Ungleichheit der Tiefenwinkel gesehn, welches indefs vielleicht ein andrer Physiker thun kann, da sie die Akten ihrer Messungen dem Publikum ziemlich vollständig vorgelegt haben. Jener Bestimmungsart ge-

ruht. Denn wie sehr sich diese, unter übrigens gleichen Umständen, bey ungleichen Tiefenwinkeln ändert, davon werden wir in den folgenden hierher gehörigen Aufsätzen merkwürdige Beyspiele finden. *d. H.*

mäſs fand General *Roy* die irdiſche Strahlenbrechung zwiſchen $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{24}$ *), und die vorhin genannten Geometer, welche ſeine Meſſung fortſetzten, in den Jahren 1791 bis 1794 zwiſchen $\frac{1}{7}$ und $\frac{1}{18}$, im Mittel auf $\frac{1}{12}$ **), und in den Jahren 1795 und 1796 zwiſchen $\frac{1}{7}$ und $\frac{1}{34}$, im Mittel auf $\frac{1}{13}$ des Bogens zwiſchen beiden Standpunkten ſchwankend ***).

*) *Phil. Transact. Vol.* 80. *p.* 232.

**) *Phil. Transact.* 1795. *p.* 584.

***) *Philoſ. Transact.* 1797. *p.* 584. — Aehnliche Beobachtungen, wie dieſe, führt ſchon *Boscawich* bey ſeiner Gradmeſſung im Kirchenſtaate an. Das Signal auf der Höhe von *Carpenga* erſchien vom weſtlichen Endpunkte ſeiner Grundlinie bey *Rimini* aus, unter einem Höhenwinkel von 2° 7′; und dieſes Ende der Baſis von *Carpegna* aus geſehen, unter einem Tiefenwinkel von 2° 24′ 10″, giebt einen Unterſchied von 17′ 10″. Der Bogen zwiſchen beiden Standpunkten betrug 19′ 11″, alſo die Strahlenbrechung etwas über 1′ oder $\frac{1}{19}$ des überſehenen Bogens. (*Voyage aſtron. et geogr. dans les Etats de l'Egliſe, Paris* 1770. *p.* 157.) Im Durchſchnitt fand er für die irdiſche Strahlenbrechung $\frac{1}{13}$ des Bogens zwiſchen beiden Standpunkten; dagegen *le Monnier*, zwiſchen Meudon und Paris 2 bis 3″ auf 500 Toiſen, oder ungefähr $\frac{1}{12}$, und *Méchain* bey den Meſſungen an der franzöſ. Küſte im J. 1787 (*conſtamment*) $\frac{1}{14}$. *Gaultier de Kerveguen* und *Junker*, die in den Pyreneen im J. 1786 viele Beobachtungen über die irdiſche

Mit Recht verwirft daher *Huddart* die bis-
rige Methode, die Gröfse der irdiſchen Strah-
brechung durch einen gewiſſen Theil des Bo-
ns zu beſtimmen, der zwiſchen dem Standpunk-
und dem geſehenen Orte enthalten iſt. Zu
lchen Irrthümern das führt, dazu geben die
geführten engliſchen Geometer ſelbſt einige
erkwürdige Beyſpiele. Von der Station beym
amptoner Armenhauſe erſchien dem General
oy 1787 die Spitze eines Hügels, *St. Anns Hill*,
ter einem Höhenwinkel von 17′ 39″, und in-
m er die Strahlenbrechung zu $\frac{1}{10}$ des überſehe-
n Bogens nahm, beſtimmte er daraus die Höhe
s Hügels auf 321 Fuſs. (*Phil. Tr. Vol.* 80. *p.* 232.)
ls man im J. 1792 denſelben Höhenwinkel noch
nmal nahm, fand er ſich bey derſelben Lage des
ſtruments nur 8′ 11″, die Strahlenbrechung
er, nach dem oben beſchriebnen Verfahren, auf
des Bogens zwiſchen beiden, woraus ſich eine
öhe von 240 Fuſs ergab. Einer Barometermeſ-
ng zu Folge betrug ſie 233 Fuſs. — Eben ſo
änderte ſich auf *Rock's Hill*, bey Portsmouth,

Strahlenbrechung anſtellten, behaupteten, ſie betrage bey ſcheinbaren Höhen, die niedriger als 1° ſind, $\frac{1}{8}$, bey Höhen zwiſchen 2 und 30 $\frac{1}{17}$ des Bogens zwiſchen beiden Standörtern. Alle dieſe Beſtimmungen möchten aber wenig brauchbar ſeyn, da dabey nicht auf die Verſchiedenheit je zweyer zuſammengehöriger Höhen- oder Tiefenwinkel geſehen iſt. *d. H.*

der Tiefenwinkel von *Chanctonbury* zwiſchen 1′ 41″ und 2′ 30″.

„Dieſe groſse Verſchiedenheit beweiſt, fügen ſie hinzu, daſs ſich aus *einem einzelnen* Höhen- oder Tiefenwinkel nichts Sicheres über die gegenſeitige Höhe verſchiedner Stationen herleiten läſst. Dieſe bleibt ſelbſt dann noch ziemlich miſslich, wenn ſie *ein Mittel* aus mehreren *einzelnen* Beobachtungen iſt, und *erhält nur durch rückſeitige Beobachtungen, die an beiden Stationen genau zu derſelben Zeit angeſtellt werden, Zuverläſſigkeit.*„ Und auch ſelbſt dann wol nicht anders, als wenn die beiden Tiefen- oder Höhenwinkel nicht merklich verſchieden ſind. Denn ſonſt bleibt auch bey rückſeitigen Beobachtungen die Refraction, und mithin die berechnete Höhe, etwas ungewiſs, da wir die irdiſche Strahlenbrechung noch nicht genau genug kennen, um deshalb Correctionen anbringen zu können. — Die erwähnten Geometer hatten von jeder der drey Stationen, *Dunnoſe*, *Buſter's Hill* und *Rock's Hill*, den Tiefenwinkel der beiden andern gemeſſen, daraus die Strahlenbrechung zwiſchen je zwey, nach der gewöhnlichen Art, beſtimmt, ($\frac{1}{10}$, $\frac{1}{12}$, $\frac{1}{15}$), und die gegenſeitige Höhe der Stationen berechnet. Daraus fand ſich, wenn man die Beobachtungen von *Dunnoſe* aus zum Grunde legte, *Buſter's Hill* um 228 Fuſs höher als *Rock's Hill*; hingegen aus den Beobachtungen zwiſchen den beiden Hügeln ſelbſt ergab

ich dieſer Unterſchied nur auf 208 Fuſs; eine Verſchiedenheit von 20 Fuſs, oder von $\frac{1}{11}$ bis $\frac{1}{10}$ des Ganzen, die ſich lediglich aus der unrichtigen Beſtimmung der Strahlenbrechung bey ungleichen Höhen und Tiefenwinkeln, und bey ungleichzeitigen Beobachtungen erklären läſst. — Von der Verſicherungsbaſis zwiſchen *Beacon Hill* und *Old Sarum* bey *Salisbury*, die beynahe 6′ eines gröſsten Kreiſes der Erde betrug, lag das erſtere Ende 429, 48 engl. Fuſs höher als das zweyte. Von *Beacon Hill* aus betrug die ſcheinbare Vertiefung des andern Endes 42′ 6″; von *Old Sarum* aus die ſcheinbare Höhe des Hügels 38′ 42″, woraus ſich eine Strahlenbrechung für die erſte Beobachtung von 38″, für die zweyte Beobachtung von 50″ ergab. Doch läſst ſich darauf nicht ganz ſicher bauen, da jeder Fehler von 2 Zoll im Unterſchied der Höhen beider Stationen, in dieſer Strahlenbrechung 1″ Aenderung hervorbringen würde.

„Unſre Höhenbeobachtungen der verſchiednen Stationen, ſagen die erwähnten Geometer, wurden an *bewölkten Tagen* oder gegen *Abend* angeſtellt, weil dann die Luſt am wenigſten zu zittern pflegt.„ Dieſe Bemerkung giebt Aufſchluſs über die groſse Verſchiedenheit, die ſie in der irdiſchen Strahlenbrechung fanden. Denn grade des Abends ſcheint dieſe am ſtärkſten und veränderlichſten zu werden, indeſs ſie an umzognen, wolkigen Tagen am kleinſten zu ſeyn pflegt, wie das

besonders aus *Büsch's* und *Woltmann's* Bemerkungen in den weiterhin mitzutheilenden Abhandlungen erhellt.

Dagegen wurde aus drey gegenseitigen Beobachtungen die Höhe von *Schooter's Hill* unweit *Woolwich* über dem Meer, zur Zeit der Ebbe, auf 446 Fuss berechnet, indess General *Roy* sie durch Nivellement auf 445 engl. Fuss bestimmt hatte. Auch scheint die Strahlenbrechung bey der scheinbaren *Tiefe des Seehorizonts* (*dip of the horizon*) nicht ganz so veränderlich als die auf festem Lande zu seyn. Die angeführten Geometer theilen darüber folgende Beobachtungen mit, dergleichen *Huddart* sich wünschte *).

*) Der *P. Laval* fand die scheinbare Tiefe des Seehorizonts zu Marseille einmal 11′ 46″, ein andermal 14″ 30″, indess der gradlinige Lichtstrahl, der den Seehorizont berührte, mit der Horizontallinie nur einen Winkel von 13″ 14″ machte. Folglich betrug die Vertiefung (*dip of the horizon*) einmal — 1′ 28″, das zweytemal + 1′ 16″, mithin im letzten Fall $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{11}$ des übersehenen Bogens. (*Mem. de Paris* 1707. *p.* 195). Dergleichen Beyspiele von Hebungen und Senkungen des Wasserhorizonts, werden wir in den noch mitzutheilenden Aufsätzen über diese Materie mehrere finden. *d. H.*

	bey einer Höhe des Tubus über die Ebbe engl. Fuſs	die ſcheinbare Tiefe des Seehorizonts gen Süden	die Strahlenbrechung in Theilen des überſchauten Bogens (*dip of the horizon*)
1792 den 10ten Jul. 10 Uhr M. war auf *Leith Hill* bey Guilford	$99\frac{3}{2}$	30′ 6″	$\frac{1}{10}$
— d. 2ten Sept. auf *Rook's Hill* bey *Chicheſter*	$707\frac{1}{2}$	25′ 30″	$\frac{1}{10}$
1794 den 11ten Apr. zu *Nine Barrow Down* bey *Poole*	$647\frac{1}{2}$	24′ 16″	$\frac{1}{13}$
1795 den 6ten Jun. 6 Uhr A. auf *Pilsden Hill* bey *Weymouth*	$939\frac{1}{2}$	29′ 29″	$\frac{1}{11}$
— d. 27ſt. Jul. 6 Uhr A. zu *Haldon* bey *Topsham*		27′ 30″	$\frac{1}{11}$

Bey den Meſſungen zur Beſtimmung der Lage der Scilly-Inſeln war die Luft ſo ungewöhnlich durchſichtig, daſs man von der 415 Fuſs über dem Meer erhabnen Station von *St. Bruyan*, nahe beym *Lands End*, auf der *St. Mary's* Inſel, die 174890 engl. Fuſs entfernt war, die exercirenden Soldaten durch das achromatiſche Fernrohr des groſsen Theodoliten wahrnahm.

III.

BEOBACHTUNGEN

über die horizontale Strahlenbrechung und die wunderbaren Erſcheinungen, welche ſie bewirkt,

vom

PROFESSOR BÜSCH
in Hamburg *).

Wer an groſsen Seen oder Ebenen wohnt, oder längs derſelben reiſet, kann an hellen, doch et-

*) Ein kurzer Auszug der Beobachtungen aus der erſten Abhandlung in *Jo. Geo. Büſch tractatus duo optici argumenti*, *Hamburgi* 1783, 132 S. 8. welchen man zum Vergleich mit *Huddarts*, *Monges*, *Ellicots*, *Lathams*, *Vinces* u. a. Aufſätzen hier nicht ungern ſehen wird. Herr Profeſſor *Büſch* hatte ſich in den Schriften der Phyſiker umſonſt nach einer Beſchreibung und Erklärung der ſonderbaren Erſcheinungen umgeſehn, die zu Zeiten durch die irdiſche Strahlenbrechung bewirkt werden, und glaubte deshalb der erſte zu ſeyn, der dieſes leiſtete. Iſt das nun zwar nicht in aller Strenge der Fall, da *Kircher*, *Boſcowich* und andre, ähnliche Beobachtungen, wiewohl nicht ſo vollſtändig gemacht hatten, ſo bleibt doch *Büſchs* Abhandlung nicht blos durch die Menge intereſſanter Erfahrungen, die er darüber geſammelt hat, ſondern auch als die erſte merkwürdig, welche dieſe Materie gründlich behandelt. *d. H.*

was windigen Tagen ſich das Schauſpiel, von dem ich rede, nicht ſelten verſchaffen. Er faſſe das jenſeitige Ufer, wenn es über eine halbe deutſche Meile entfernt iſt, oder erhabne Gegenſtände, die auf der Pläne in dieſer Weite von ihm liegen, z. B. Bäume, Dörfer u. ſ. f. ins Auge, ſo wird er zu Zeiten zwiſchen dem Ufer und dem See, oder zwiſchen der Pläne und dem Dorfe eine weiſsliche, ſpiegelnde Ebene zu ſehen glauben, die einer ruhigen Waſſerfläche gleicht; und zwar nimmt der Fernſichtige mit bloſsem Auge, der Kurzſichtige mit Hülfe eines Fernrohrs, unterhalb des Ufers oder des Dorfes, zugleich ein zweytes umgekehrtes Bild dem erſten ganz ähnlich wahr, gerade ſo, wie man es in nahen Waſſerflächen ſieht *). Begiebt man ſich dann auf einen etwas erhabnen Standpunkt, ſo verſchwinden der ſcheinbare Waſſerſpiegel und die verkehrten Bilder, und man überſieht nun den See bis an das Ufer, oder die Pläne bis an das Dorf, das unmittelbar dahinter liegt. Verlaufen ſich der See oder die Ebene bis in den Horizont, ſo gehört ſchon einige Uebung dazu, das Phänomen wahrzunehmen, indem man dann den ſcheinbaren Waſſerſpiegel für einen

*) Dieſe Beſchreibung ſtimmt aufs beſte mit der von *Huddart* überein, nur daſs dieſer, der das Meer zugleich vor Augen hatte, ſogleich einen offnen Raum zwiſchen dem Bilde und dem Horizonte erkannte. *d. H.*

Theil des Himmels hält. Gegenstände, die sonst unter dem Horizonte liegen, oder wovon nur ein kleiner Theil sichtbar ist, sieht man bey dieser Erscheinung beträchtlich über dem Horizonte hervorragen, und niedrige Hügel zeigen sich dabey wie hohe Berge.

Ich bemerkte dieses Phänomen schon in meiner Jugend bey den Ueberfahrten von Hamburg nach dem eine Meile entlegnen Harburg, wo mein Grosvater lebte. Wenn der Wind die Wellen mitten im Strome ziemlich heftig um das Schiff bewegte, schien das Wasser am Ufer vollkommen ruhig zu seyn, gleich einer Spiegelebene. Dieses komme, sagten mir die Uferbewohner, von den Untiefen am Strande her; allein, wenn wir eine Höhe erstiegen, und von da nach dem entgegengesetzten Ufer sahen, war auch das Wasser voll Wellen.

Auf einer Reise, die mich vor zwanzig Jahren, durch die ebenen, ringsum unübersehbaren, Heidegegenden des Herzogthums Bremen führte, nahm ich dieselbe Erscheinung zum erstenmal über einer Fläche wahr, wo es weder Teiche noch Seen giebt. Doch bemerkte ich auch damals noch nicht die umgekehrten Bilder in dem scheinbaren Wasserspiegel. Diese von den aufgerichteten Bildern mit bloßen Augen zu unterscheiden, dazu gehört bey so entfernten Gegenständen viel Auf-

merkſamkeit, und man muſs darauf ſchon vorbereitet ſeyn.

Vor zehn Jahren beſuchte ich häufig das angenehme Dorf *Neuenſteden*, am Ufer der Elbe, von wo aus man die Marſchländer mit ihren Deichen am jenſeitigen Ufer in der Entfernung von $\frac{3}{4}$ bis 1 Meile vor ſich ſieht. Hier zeigte ſich mir das letzte Phänomen zum erſtenmale. Ein auf einer Inſel gelegner Bauernhof, *Rugenbergen*, $\frac{3}{4}$ Meilen entfernt, bildete ſich ſo deutlich im ſcheinbaren Waſſerſpiegel ab, daſs im umgekehrten Bilde nichts fehlte, was man im aufgerichteten ſah, ſelbſt nicht die Farbe der Mauern; und durch einen kleinen ſechszölligen Dollond, den einer meiner Freunde bey ſich hatte, ſah jeder aus der Geſellſchaft die beiden Bilder. Der Fluſs ſchlug Wellen, und war, von der Höhe geſehn, bis an das jenſeitige Ufer in Bewegung. Einige Schiffe, die mit günſtigem Winde bey dieſem Gehöfte vorbeyſegelten, ſchienen hoch in der Luft zu ſchweben, und zeigten ſich gleichfalls im verkehrten Bilde ſehr deutlich, wie dieſes Taf. IV. Fig. 2 ungefähr darſtellt.

Auf fünf Reiſen, die ich ſeit 1773 meiner Geſundheit wegen anſtellte, und von denen drey über das Meer gingen, hatte ich die beſte Gelegenheit, mehrere Beobachtungen dieſer Art anzuſtellen. Aus ihnen ſchlieſse ich, daſs ſich jenes Phänomen leichter bey hellem, als bey wolkigem

Himmel, öfter bey Oſt- als Weſtwind, mehr vor als nach Mittage, und mehr bey warmer als bey kalter Luft ereignet. Doch müſſen dabey noch andre Urſachen im Spiele ſeyn, da auch das Zuſammentreffen aller dieſer günſtigen Umſtände noch nicht hinreicht, das Phänomen zu bewirken, welches im Gegentheil nicht ſelten bey den ungünſtigern Umſtänden eintritt.

Nie ſah ich die Erſcheinung vollkommner, als den 5ten Oktober 1779 in der Gegend von *Ottersberg*, 2 Meilen von *Bremen*. Die Stadt ſchien, wie in Fig. 3 jenſeit eines ruhigen Waſſerſpiegels zu liegen, und das umgekehrte Bild war ſo deutlich, als ich es nur je geſehn habe. Meine Begleiter hielten das Waſſer für die Weſer, erſtaunten aber nicht wenig, als es verſchwand, da wir den 6 Fuſs hohen Ottersberger Damm hinanfuhren, und nun eine grüne Wieſe bis an die Mauern der Stadt erblickten. Das Barometer ſtand damals in Hamburg 28″ 6‴ hoch.

Ich erinnere mich nur einmal aus einer beträchtlich gröſsern Höhe dieſelbe Erſcheinung beobachtet zu haben, nemlich im Auguſt 1780 am Ufer des groſsen Wetterſees in Schweden. Es war 6 Uhr Nachmittag, als ich das ſteile Ufer, nach *Jönkoping*, welches am See liegt, herabſtieg, und es wehte ein ziemlich lebhafter Wind. Als ich noch etwa 20 Fuſs hoch über den See erhoben

war, endigte sich das westliche, bergige Seeufer, das sich linkerhand 1 Meile weit fortzog, mit einer in das Wasser vorspringenden Höhe. Der See selbst verlohr sich in den Horizont. Der Fuss dieser Höhe schien über dem See, wie in Fig. 4 zu schweben, und zog sich mit einer bräunlichen Farbe im umgekehrten Bilde zum Seehorizonte herab.

Aus einem Fenster im Wirthshause zu *Corsör* in Seeland, welches ungefähr 12 Fuss über dem Horizonte lag, zeigte sich die kleine, zum wenigsten 3 Meilen entfernte Insel *Sproe*, die mitten im grossen Belt liegt, so wie Fig. 5 sie darstellt, gleich einem Kegel über dem Meere schwebend, unter dem sich ein zweyter abgestutzter Kegel von derselben Farbe in umgekehrter Lage zeigte. Als wir Nachmittags über den Belt setzten, und uns der Insel näherten, verschwand der untre abgestumpfte Kegel, stieg aber bis zu derselben Höhe wieder an, als wir uns nach der entgegengesetzten Seite zu von der Insel entfernten. Ein heftiger Westwind trieb grosse Wellen, und es regnete eine halbe Stunde lang aus zerstreuten Wolken. Wenn ich in der Rückerinnerung die Höhe, in welcher die Insel über dem Horizonte zu schweben schien, mit dem Durchmesser des aufgehenden Mondes vergleiche, so möchte ich sie auf 3′ schätzen. In Fühnen sah ich diese Erscheinung nicht, desto deutlicher und häufiger aber im

kleinen Belt, und in den ſandigen Heideebenen Boden Schleswigs, indem die ganze Zeit über helles Wetter war. Als ich aber denſelben Weg im Auguſt 1782 während einer regnigen und ſtürmiſchen Witterung machte, nahm ich davon nichts wahr, ſtatt daſs ich das Phänomen vorhin faſt überall, und ganze Tage lang geſehn hatte. Die Inſel *Sproe*, zu der ich an dem einzigen hellen Tage kam, ſchien ſo niedrig, daſs ich faſt gezweifelt hätte, dieſelbe Inſel als vor einem Jahre zu ſehn, und ohne verkehrtes Bild.

Nur einmal erblickte ich etwas Aehnliches bey Nacht, den 16ten September 1777 auf dem Packetboote, womit ich aus England nach Holland überſetzte. Der Mond, der beynahe voll war, ging auf, wie ihn Fig. 6 zeigt. Als ich die andern Paſſagiers fragte, ob ihnen nicht etwas beſonderes am Monde vorkomme, antwortete einer: „Meiner Treu, er gleicht einem umgeſtürzten Nachtgeſchirr.„ Der Tag war ſehr heiter geweſen, und der erſte ſchöne nach einem dreytägigen Sturme aus Norden. In Hamburg ſtand damals das Barometer auf 28″ 3‴. Herr Profeſſor *Kratzenſtein* in Koppenhagen verſicherte mir, neulich dieſelbe Bemerkung auf dem Meere gemacht zu haben.

Auf einer Reiſe nach *Ritzebüttel* im Juni 1781 ſah ich an einem heitern Vormittage, bey

leichtem Oſtwind, überall an ſchicklichen Stellen, auf der weiten Ebene zwiſchen *Stade* und *Basbeck*, das zuerſt erwähnte optiſche Phänomen; nicht aber am Nachmittage, wo es ſich umzog und Abends etwas regnete. Auch am Ufer zu Ritzebüttel zeigte es ſich nicht kurz vor, oder während des Regens; kam aber, als es klar ward, hier und da, doch undeutlich, zum Vorſchein. Dieſes dient den Einwohnern zum Kennzeichen der Witterung. Scheint nemlich das 4 Meilen entfernte Dithmarſiſche Ufer gleichſam aus dem Meere hervorzuſteigen, und höher als gewöhnlich zu ſeyn, ſo pflegt das trübe Wetter ſich aufzuklären, und helles einzutreten; ſinkt es, ſo kehrt trübes Regenwetter zurück. Den andern Morgen um 9 Uhr war das Ufer ſamt dem verkehrten Bilde deſſelben zwar viel deutlicher zu ſehn, aber ein Deich-Inſpector verkündigte mir ſchlechtes Wetter, weil den Morgen, als ſie an die Deicharbeit gegangen waren, das Dithmarſiſche Ufer ſo hoch geſchienen habe, als wenn es hier am Deiche läge, nun aber ſänke. In der That regnete es den ganzen folgenden Vormittag, während meiner Rückreiſe, und obgleich es ſich um Mittag aufklärte, ſo ſah ich doch nichts von der Erſcheinung, da, wo ich ſie auf der Hinreiſe faſt überall wahrgenommen hatte. Man nennt hier dieſes Phänomen gewöhnlich *die Kimmung*, an andern Orten, mit einem holländiſchen Ausdruck, *de Opduining* *).

*) Dieſes Phänomen iſt an vielen andern Orten eben ſo alltäglich als zu Ritzebüttel. So z. B.

Bey zwey Reisen nach *Dithmarsen* während heiteren Wetters, im Juli und October, sah ich mich auf den weiten Ebenen Holsteins vergebens nach dieser Erscheinung um. Als ich aber in Glückstadt einen Kahn bestieg, und nach der See fuhr, zeigten sie die Ufer überall; indess sie in den Heidegegenden auch bey der Rückkunft fehlte. — Den 10ten September, als das Barometer 28″ 4‴ hoch stand, zeigte sich das Phänomen auf der *Harkersheide* im Holsteinschen gegen Abend,

wurde Herrn *Büsch* erzählt, dass es auf der Insel *Neuenwerk* in der Mündung der Elbe schiene, als wenn das 6 Seemeilen entlegene *Helgoland* bald sich hebe, bald niedersinke; ein unterrichteter Landmann bey *Eiderstede* in Schleswig versicherte ihm, er sehe von seinem Hause aus ein $1\frac{1}{2}$ Meilen entferntes Dorf bald über dem Horizonte erhoben, bald darunter versteckt, und Professor *Kratzenstein* in Koppenhagen wurde vom Observatorio auf seinem Hause zu Zeiten, besonders bey Westwinden, die 10 Meilen entfernte Insel *Moen*, mit ihren Kreidefelsen gewahr, die sich indess immer bald wieder unter dem Seehorizonte verbarg. Nach *Martinets* Naturgeschichte von Nordholland scheint von *Enckhuysen* aus die 3 Meilen entlegne Insel *Urck* öfters aus dem Meere hervorzusteigen, und nach den *Mém. de Paris* 1722 *S.* 345 wird man von den Küsten Genuas und der Provence aus, zu Zeiten die Gebirge auf *Corsica* gewahr, die indess wenige Stunden nachher wieder verschwinden, und sich gleichsam in das Meer tauchen.

während eines leichten, doch ziemlich lange dauernden Regens, und den 23ſten September, am Abend eines windigen und ſehr regnigen Tages, als das Barometer auf 27″ 4‴ ſtand, glaubte ich es auch bey einem Spatziergang vor dem Theil des *Hamburger Walls* zu erblicken, von wo man die Ebene $\frac{3}{4}$ Meilen weit überſieht. Ich war wenigſtens 20 Fuſs über den Strom erhoben, und hatte hier nie dergleichen geſehn, eilte daher ſogleich nach dem Hafen, und liefs mich in einem Kahn auf die Elbe fahren. Allein weder hier, noch da ich auf den Wall zurückkam, fand ich die Kimmung; ſo daſs ich in dieſem letztern Fall nicht für eine Täuſchung gut ſagen kann.

Die glücklichſten Umſtände für dieſe Beobachtung fand ich im verfloſsnen Jahre auf einer kleinen Seereiſe von Travemünde nach Koppenhagen, da wir bey ungünſtigem und ſchwachem Oſtwinde, zwiſchen den Meklenburgiſchen, Holſteiniſchen und Lalandiſchen Küſten hin und her ſegelten. Der 23ſte Juli war ein ſehr heiterer Tag, und während deſſelben zeigte ſich überall die Kimmung in einer ſolchen Ferne, als es mir noch nie vorgekommen war. Wir waren um Mittag beym ſüdlichen Vorgebirge Lalands, und erblickten von dort die 5 Meilen entlegnen Küſten *Femerns* und *Pommerns*. Ich war dieſesmal mit einem Fernrohr verſehn; es zeigte mir, was ich noch nie wahrgenommen hatte, die Erſcheinung verdoppelt, wie ſie in Fig. 7 abgebildet iſt. Das Ufer hatte einmal

das bey der Kimmung gewöhnliche Anſehn, ſchwebte über dem Horizonte, mit einem verkehrten Bilde darunter. Ueber daſſelbe ſah man einen weiſsen Streifen, oberhalb deſſen ſich ein zweytes bergiges Ufer zeigte. Vielleicht gehörte dieſes letztere der Inſel Rügen, die nach der Karte in grader Linie 3 Meilen hinter Femern liegen muſste. Den andern Tag ging der Wind nach Südweſten über, und es ſtellte ſich ein anhaltendes, unfreundliches Sturm - und Regenwetter ein, welches den ganzen Sommer über dauerte, und während deſſen ich die Rückreiſe machte.

So weit die genauen und ſehr ſchätzbaren Erfahrungen des Herrn *Büſch*, die weiter nichts zu wünſchen übrig laſſen, als daſs er ſich, gleich *Huddart*, ſtets eines Fernrohrs bey dieſen Beobachtungen bedient hätte; ſicher würden ihm dann noch mehrere merkwürdige Umſtände aufgefallen ſeyn. In der Erklärung dieſes Phänomens aus optiſchen Gründen, iſt *Büſch* nicht glücklich, daher ich ſie übergehe. Wenn die Strahlenbrechung zunimmt, glaubt er, könnten Strahlen aus übereinanderliegenden Punkten dadurch in ihrer Krümmung ſo verändert werden, daſs ſie von einander weiter abzuſtehn ſchienen; allein der Theorie der aſtronomiſchen Strahlenbrechung nach müſste grade das Umgekehrte erfolgen. So wie alle Reflexion durch ein Abſtoſsen der ſpiegelnden Fläche gegen die Lichtkügelchen bewirkt werde; ſo könne das bey ſehr ſchief einfallenden Strahlen

auch bey der Erdfläche geſchehn, und dadurch das verkehrte Bild und das ganze Phänomen bewirkt werden. An Verdünnung der Luft durch Wärme oder Dünſte zunächſt über der Erdfläche, dachte er noch nicht. Das Verdienſt, der erſte geweſen zu ſeyn, der die Erſcheinung hieraus richtig erklärte, gebührt dem *Abbe' Gruber*, aus deſſen Abhandlungen ich in einem der folgenden Hefte das Weſentlichſte ausziehen werde.

IV.

BEOBACHTUNGEN

beſonderer Strahlenbrechungen

von

Boscowich, Monge und Ellicot.

Boſcowich ſcheint der erſte Phyſiker geweſen zu ſeyn, dem die von Herrn Profeſſor *Büſch* ſo vollſtändig beſchriebne Erſcheinung aufgefallen iſt. Er erzählt bey ſeiner Gradmeſſung im Kirchenſtaate bemerkt zu haben, daſs bey Süd- und Südoſt-Winden, die Gegenſtände, die nahe über dem Meere weg geſehn werden, merklich verengt ſchienen. Die Spitzen der Inſeln ſchwebten gleichſam über dem Waſſer in der Luft, weil, wie er ſagt, die Verengerung deſto ſtärker iſt, je näher die Theile den bewegten Wellen liegen *). Die Fahne (*la toile*) eines ſeiner Signale war von einem andern Standpunkte aus unſichtbar; ſtellte er ſich ein wenig höher, ſo ſchien ſie ſo eng wie eine Linie, und erweiterte ſich, indem er höher ſtieg **).

*) Er ſcheint alſo auch ſchon das umgekehrte Bild mit wahrgenommen zu haben, hielt es aber nur fälſchlich für eine Verlängerung des untern Theils des Objects. *d. H.*

**) *Voyage aſtron. et geogr. dans l'Etat de l'Egliſe, Paris* 1770. *No.* 17. In der erſten Lage ſcheint

* * *

„In der zweyten Sitzung des National - Inſtituts der Wiſſenſchaften zu *Cairo*, im vorigen Jahre, las *Monge* eine Abhandlung über das optiſche Phänomen vor, welches die franzöſiſchen Seeleute *Mirage* oder *la terre ſe mire* nennen *). Häufig ſcheint es, als wenn Schiffe, die man von fern auf dem Meere ſieht, am Himmel ſtänden und nicht vom Waſſer getragen würden. Ein ähnliches Phänomen überraſchte die franzöſiſche Armee *Bonaparte's* bey ihrem Marſch durch die Wüſte. Jedes Dorf ſchien aus der Ferne geſehn auf einer Inſel mitten in einem See zu liegen **); je näher man an das Dorf kam, deſto mehr zog ſich die ſcheinbare Waſſerfläche zuſammen, und verſchwand dicht beym Dorfe gänzlich. Dafür zeigte ſich das Phantom um das folgende und das nächſt vorhergehende Dorf.

Monge erklärt dieſe Erſcheinungen, grade ſo wie *Huddart*, aus einer verringerten Dichtigkeit

das Auge dicht unterhalb der Fläche der gröſsten Dichtigkeit geweſen zu ſeyn, und das Signal dicht darüber, ſo daſs die Strahlen, die unter einem groſsen Winkel auf dieſe Fläche einfielen, zurückgeworfen wurden, nicht durchgiengen. (S. 265. Anm.) Als es höher kam, wurde wahrſcheinlich erſt der oberſte Theil, und ſo immer mehrers ſichtbar. *d. H.*

*) Aus der *Décade philoſophique An 7. no.* 10. *p.* 3.

**) Wahrſcheinlich ſahen ſie alſo auch das verkehrte Bild, welches ihnen als Spieglung im Waſſer vorkommen mochte. *d. H.*

der unterſten Luftſchichten. In der Wüſte rührt dieſe geringere Dichtigkeit von der höhern Temperatur der unterſten Luftſchicht her, die zunächſt über dem brennend heiſsen Sande ruht. Auf dem Meere hat ſie ſtatt, wenn unter beſondern Umſtänden, z. B. bey gewiſſen Winden, die unterſte Luftſchicht mehr wäſsrige Dünſte, als die höhern Luftſchichten aufgelöst enthält.

Alsdann werden die Lichtſtrahlen, wenn ſie von den unterſten Theilen des Himmels auf die Fläche fallen, wo die dünnſte Luftſchicht mit den darüberſtehenden dichteren zuſammenſtöſst, nicht durch dieſe Fläche durchgehn, ſondern wegen ihres groſsen Einfallswinkels nach unten zurück, in das Auge des Beobachters geworfen werden. Dieſer glaubte daher, falls er über nichts als Land wegſieht, etwas aufwärts, nach der Richtung dieſer Strahlen hin, Waſſer zu ſehn. Auf dem Meere nimmt er es für den Himmel, und ſo glaubt er alle Gegenſtände, welche über die Fläche, die dieſer ſcheinbare Himmel einnimmt, hervorragen, am Himmel und in den Lüften ſchwebend zu ſehn.„

Dieſe Erklärung berührt, wie man ſieht, einen Punkt, den *Huddart* überſehn zu haben ſcheint, und den ich ſchon in der Anmerk. zu S. 265 nachgetragen habe; iſt ſonſt aber bey weitem nicht ſo vollſtändig und genügend, als die des

Engländ-

Engländers, da, wenigſtens in dieſem Auszuge, das verkehrte Bild mit keinem Worte erwähnt wird, auch aus bloſser Zurückwerfung der Strahlen das Phänomen keineswegs genugthuend zu erklären iſt.

* * *

Eine beſonders intereſſante Beobachtung dieſer Art, der ſehr ähnlich, welche *Huddart* zu *Macao* machte, (S. 258.) erzählt in den *Transactions of the American Philoſophical Society Vol.* 3. S. 62, *Andrew Ellicot* in einem Briefe an den bekannten Phyſiker *Rittenhouſe* zu Philadelphia, datirt Pittsburg den 5ten Nov. 1787. „Am 13ten des vorigen Monats, da wir am Ufer des Sees *Erie* ſtanden, zeigte ſich uns das ſonderbare Phänomen, welches der Seemann *looming* nennt. Den Abend vorher ſah man ein ſchönes Nordlicht, der Tag ſelbſt war wolkig, doch ohne Regen. Als ich um 10 Uhr Vormittags am Geſtade des Sees umherging, entdeckte ich nach der Gegend zu, wohin die ſehr niedrige 25 engl. Meilen entfernte Landzunge *Presqu'isle* liegt, etwas, das wie Land ausſah; Mittags war es noch ſichtbarer, und man nahm durch ein gutes achromatiſches Fernrohr deutlich Zweige von Bäumen wahr, und von drey Uhr Nachmittags an zeigte ſich, bey gleich dunklem Wetter, die ganze Halbinſel beträchtlich über den Horizont erhaben; unſere ganze Companie ſah ſie mit Bewunderung. Dabey trat ein merk-

würdiger Umſtand ein, von dem ich mich nicht erinnere, daſs er ſchon irgendwo wäre erwähnt worden. Häufig erſchien die Halbinſel verdoppelt, eine über der andern, und Waſſer zwiſchen beiden. Bald waren dieſe beiden Bilder getrennt, bald fielen ſie aufeinander, ungefähr wie die Bilder in Godfrey's Spiegel-Quadranten, wenn man den gehörig geſtellten Index etwas bewegt *). So ſonderbar dieſes auch ſcheint, ſo iſt es doch in der That nicht auffallender, als die Verdoppelung im Isländiſchen Kryſtall. Am andern Tage war *Presqu'isle* wieder unſichtbar, und blieb es, ſo lange wir am See Erie ſtanden.

Noch denſelben Abend erhob ſich ein heftiger Wind, der ungefähr 2 Striche weſtlich von Norden herblies, bis zum folgenden Abend immer zunahm, und vom 14ten bis zum 16ten Abends ununterbrochen mit einer unerhörten Gewalt forttobte, dergleichen mir noch nie vorgekommen war. Alle unſre Zelte wurden umgeſtürzt, und wir muſsten uns gegen den Sturm

*) Mehrere Beyſpiele ſo ungewöhnlicher Hebungen weiter, ſonſt unſichtbarer Küſten, wird man im folgenden Stücke finden. Verglichen mit den dort mitzutheilenden Beobachtungen *Vince's*, ſtimmt dieſes von *Ellicot* bemerkte Phänomen unter den dort abzubildenden Erſcheinungen entweder mit der unter Fig. 5, oder Fig. 3 oder Fig. 1, und zwar aufs treffendſte, zuſammen. *d. H.*

durch Pfähle fchützen, die in aller Eile nach der Windfeite zu eingetrieben, und deren Zwifchenräume durch Strauchwerk ausgefüllt wurden. Während des Sturms fchienen häufig kleine fchwarze Wolken über dem See zu hängen, die fich nur mit geringer Gefchwindigkeit bewegten, und manchmal verfchwanden, ehe fie das Ufer erreichten. Die grofsen, uralten Bäume, welche man an den Canadifchen Seen umgeftürzt findet, beweifen, dafs Orkane hier nichts Seltnes find. Daffelbe bemerkt *Coxe* in feiner Reife nach Rufsland, von den grofsen ruffifchen Seen, welche furchtbaren Stürmen ausgefetzt find.„

Es ift, bemerkt *Nicholfon* (in feinem *Iourn. of nat. phil. I.* 152.) durch die Höhenmeffungen des General *Roy's* mit dem Barometer, und durch feine Verfuche mit dem Makrometer oder Halleyfchen Schiffsbarometer, in den *Philof. Tranf. Vol.* 67, ausgemacht, dafs feuchte Luft; durch Wärme ftärker expanfibel als trockne Luft, und mithin bey gleicher Temperatur dünner als diefe ift. Ferner verhält fich nach der Tafel in *Newtons* Optik (Theil 3, Satz 10) das Brechungsvermögen der Luft zu dem des Waffers, infofern man beide auf gleiche Dichtigkeit reducirt, wie 4160 zu 7845. Diefe und andre Thatfachen fetzen es aufser Streit, dafs die Bahn des Lichts verfchiednen Veränderungen in der Luft, (befonders dicht über der Seefläche)

unterworfen ist, je nachdem es die Art und Umstände der Verdünstung, oder die Verdichtung der Luft, oder ein andrer Process im Dunstkreise mit sich bringt. Auch ist es höchst wahrscheinlich, dass sich zu Zeiten dicht über der See eine dünnere, die Strahlen weniger brechende Luftschicht bis zu einer ziemlichen Höhe bilden, und eine Zeitlang, ohne aufzusteigen, dort erhalten kann. Wenn dann aber der Ruhestand der Atmosphäre auf irgend eine Art aufgehoben wird, so entstehn begreiflich plötzliche und unregelmäfsige Luftströme in den untern, und herabfahrende Stürme aus den obern Luftrevieren, welche alle sonderbaren Wirkungen der Typhone und andrer noch nicht gehörig beschriebner Erscheinungen hervorbringen können, woran die interessante tropische Inselgegend ostwärts von Sumatra so reich ist. Etwas ähnliches zeigt das Mittelländische Meer, an den bewundernswürdigen Gebilden in der Strafse von Reggio, die unter dem Namen der *Fata Morgana* berühmt sind (und die in dem folgenden Stücke der Annalen näher sollen beleuchtet werden).

V.

BEYTRÄGE
zur Lehre von der Wärme
in phyſikaliſcher und ökonomiſcher Rückſicht,

vom

GRAFEN VON RUMFORD

in London *).

1) *Von der Erzeugung der Wärme beym Verbrennen der Brennmaterialien.*

Wahrſcheinlichkeit, daſs die beym Verbrennen des Brennmaterials entſtehende Wärme nicht von dieſem, ſondern von der Luft herrührt. Erklärung der Wirkungen, die das Anfachen des Feuers hervorbringt. — Von Feuerſtäten, wo das Feuer ſich ſelbſt anfachen muſs. Von Zugöfen. Verdeutlichung dieſer Feuerſtäte durch eine Lampe nach Argandſcher Art. — Von dem wichtigen Vortheil, ganz Herr über die Quantität der Luft zu ſeyn, die in die verſchloſsne Feuerſtäte dringt. — Nützlichkeit der Klappen in den Rauchfängen der verſchloſsnen Feuerſtäte. — Allgemeine Regeln und Anleitungen, wie dieſe verſchloſsnen Feuerſtäte einzurichten ſind; nebſt einer vollſtändigen Darſtellung der Grundſätze, die dieſen Regeln zum Grunde liegen.

Ohne mich auf die dunkle und ſo ſchwierige Unterſuchung der Natur des Feuers einzulaſſen,

*) Ausgezogen aus des *Grafen von Rumford's Experimental Eſſays political, economical, and philo-*

und ohne zu beſtimmen, ob es ein ſolches Fluidum, welches wir Feuer nennen, giebt, oder nicht, will ich meine Nachforſchungen lieber auf ſolche Gegenſtände richten, die nützlicher ſind und innerhalb der Sphäre des menſchlichen Wiſſens liegen: — nemlich auf die Entdeckung der durch die Sinne erkennbaren Eigenſchaften der Wärme, und auf die vortheilhafteſte Art, Wärme hervorzubringen und ſie in jedem Fall mit dem gröſstmöglichen Erfolge zu regieren. Daſs die Wärme etwas iſt, was man hervorbringen, vermehren, aufhäufen, regieren, meſſen, und von einem Körper in den andern leiten kann, giebt die Erfahrung, und wir werden uns daher dieſer Ausdrücke bedienen können, ohne daſs es nöthig wäre zuvor beſtimmt zu haben, was die Wärme an ſich iſt.

Wie viel Wärme beym Verbrennen einer gegebnen Quantität eines gewiſſen Brennmaterials hervorgebracht wird, weiſs man zwar von keinem genau; daſs aber dieſe Quantität in einem ſehr hohen Grade von der Lenkung des Feuers abhängt, iſt ausgemacht. Eben ſo gewiſs iſt es, daſs die er-

ſophical, beſonders aus dem ſechſten *Eſſay* über die Art Feuer und Brennmaterialien zu ſparen; eine für unſre holzarmen Zeiten ſo wichtige Kunſt, daſs ſie als einer der nützlichſten Theile der Phyſik recht eigentlich für dieſe Annalen gehört. *d. H.*

zeugte Wärme nicht blos vom Brennmaterial, ſondern, wenn nicht ganz, doch gröſstentheils von der Luft herrührt, die das Feuer umgiebt und unterhält. Es iſt bekannt, daſs ohne Zutritt der Luft kein Verbrennen ſtatt findet, und daſs das Sauerſtoff-Gas der gemeinen atmoſphäriſchen Luft, das ohngefähr $\frac{1}{4}$ ihres ganzen Volumens beträgt, und allein das Verbrennen der verbrennlichen Körper möglich macht, bey dieſer Operation eine merkwürdige Veränderung erleidet, und wirklich zerſetzt wird. Da bey dieſer Zerſetzung der Lebensluft eine groſse Quantität Wärme frey wird und als überflüſſig entweicht; ſo vermuthet man mit vieler Wahrſcheinlichkeit, daſs aus dieſer Quelle, wenn auch nicht die ganze, doch bey weitem der gröſste Theil der Wärme entſpringt, die durch das Verbrennen der verbrennlichen Körper erzeugt wird.

Doch, die Wärme komme von der Luft, oder von dem Brennmaterial her; ſo iſt ſoviel gewiſs, daſs die erzeugte Quantität ſehr von der Regierung des Feuers abhängt; daſs ſie nemlich um deſto gröſser iſt, je vollſtändiger die Verbrennung und Zerſetzung des Brennmaterials vor ſich geht; und aller Wahrſcheinlichkeit nach hält die Zerſetzung der Luft mit der des Brennmaterials gleichen Schritt.

Es iſt ferner allgemein bekannt, daſs die Verzehrung des Brennmaterials ſehr beſchleunigt,

und die innere Stärke der Wärme vermehrt wird, wenn man die Luft, die das Verbrennen möglich macht, in einem anhaltenden Strome und mit einem abgemeſſenen Grade der Geſchwindigkeit auf die Feuerſtäte hinleitet. Daher beſchleunigt das Anfachen des Feuers, wenn der Luftſtrom gehörig gerichtet und nicht zu heftig iſt, das Verbrennen, und vermehrt auch zu gleicher Zeit die Wärme deſſelben. Verfehlt man aber die rechte Richtung des Windſtoſses, ſo wird dadurch das Verbrennen eher aufgehalten als befördert; und iſt er zu heftig, ſo bläſt er das Feuer ganz aus. Es giebt kein noch ſo ſtarkes Feuer, das nicht durch einen Windſtoſs von gehöriger Heftigkeit eben ſo gut, wie durch einen Strom kalten Waſſers ausgelöſcht werden kann. Sogar Schieſspulver, vielleicht die verbrennlichſte aller Subſtanzen, kann, wenn es an der Oberfläche ſchon Feuer gefangen hat, ausgelöſcht werden, ehe das Pulverkorn Zeit hat, gänzlich verzehrt zu werden; eine Thatſache, die ich, ſo auſserordentlich und unglaublich ſie ſcheinen mag, doch durch unwiderlegliche und entſcheidende Verſuche bewieſen habe *).

Man kann die Feuerſtäte ſo einrichten, daſs das Feuer ſich von ſelbſt anfacht, oder mit andern

*) In einer intereſſanten Abhandlung über die Kraft des entzündeten Schieſspulvers, welche in einem der folgenden Stücke der Annalen ausführlich mitgetheilt werden ſoll. *d. H.*

Worten, dafs es einen Luftſtrom veranlaſst, der auf das Feuer zudringt: und auf dieſen Gegenſtand muſs man bey der Anlegung der Feuerſtätte, wo man ſich des künſtlichen Windſtoſses der Blaſebälge nicht bedienen will, vorzüglich aufmerkſam ſeyn. Die ſo gebauten Oefen pflegt man *Zugöfen* zu nennen; obgleich jede Feuerſtäte, beſonders jede verſchloſſene, ein Zugofen ſeyn muſs, wenn ſie ihren Dienſt verrichten ſoll.

Eine Feuerſtäte mit dieſer Vorkehrung iſt die *Argandſche Lampe*. Denn die gläſerne Röhre, welche den Docht umgiebt, (und die dieſe Lampe von jeder andern unterſcheidet,) dient blos dazu, Luft hinzuzuführen. Die kreisförmige Geſtalt des Dochts iſt nicht weſentlich: denn eine Lampe, deren gläſerne Röhre platter und deren Docht bandförmig iſt, giebt eben ſo viel Licht, als eine Argandſche Lampe nach der gewöhnlichen Manier; vorausgeſetzt, dafs das Verhältniſs der Docht-Maſſe und der Quantität des verzehrten Oehls dieſelben ſind. Da vermittelſt ſolcher Luftbläſer bey der Lampe nicht allein das Licht, ſondern auch die Wärme vermehrt wird, und durch eine ähnliche Vorkehrung die Wärme eines jeden Feuers vermehrt werden kann; ſo will ich mich dieſer Lampe zu mehrerer Verdeutlichung des zu betrachtenden Gegenſtandes bedienen. Bey ihr iſt die Feuerſtäte von allen Seiten verſchloſſen, und der Luftſtrom, der das Feuer unterhält, ſteigt ſenkrecht durch die Feuerſtäte,

in das Feuer hinauf. Durch die Einfaſſung, die das Feuer von allen Seiten umgiebt, wird die kalte Luft verhindert, ſeitwärts einzudringen, und den Platz der erwärmten Luft und der Dämpfe einzunehmen. Dieſe ſteigen, da ſie ſich durch die Wärme ausdehnen, beſtändig fort vom Feuer ab in die Höhe, und dadurch wird ein ſtarker Luftſtrom, von unten herauf, (der Gegend, von woher er mit dem gröſsten Vortheil in das Feuer dringen kann) verurſacht.

Eine recht vollkommne Feuerſtäte muſs ſo eingerichtet ſeyn, daſs man dem Bedürfniſs gemäſs die Verbrennung des Brennmaterials und die Erzeugung der Wärme beſchleunigen oder aufhalten kann, ohne die Quantität des Brennmaterials vermehren oder vermindern zu dürfen. Iſt die Feuerſtäte ringsum verſchloſſen, ſo kann dieſes leicht vermittelſt einer Art von *Regiſter* geſchehn, das man in der Thüre, die den Zugang zum Aſchenloch verſchlieſst, anbringen läſst. Denn da die Heftigkeit des Verbrennens von der Quantität von Luft abhängt, die das Feuer unterhält, ſo wird dadurch, daſs, je nachdem man das Regiſter mehr oder weniger öffnet, mehr oder weniger Luft zum Feuer hinzudringt, in einer gegebenen Zeit bald mehr, bald weniger an Brennmaterialien verzehrt, und dabey eine gröſsere oder geringere Wärme erzeugt *).

*) Die Einrichtung des Regiſters, deſſen ich mich zu dieſem Endzweck zu bedienen pflege, und

Damit dies Regiſter ſeine gehörige Wirkung thun kann, muſs in dem Rauchfange, oder in der Röhre, welche den Rauch abführt, eine Klappe

die Art, wie die Aſchenlochthüre mit dem Regiſter verfertigt und eingeſetzt werden muſs, iſt auf Taf. V. Fig. 1—8. abgebildet.

Fig. 1. zeigt die Vorderſeite der Thüre mit ihrem Regiſter. Alles iſt von Eiſenblech; die vier ſchmalen Bänder aber, die ſich an den vier Ecken befinden, und die runde Platte des Regiſters in ihrem Spielraum feſt halten, ſo wie auch der kleine runde Knopf, der ſich in der Mitte des Regiſters befindet und wie eine halbe Krone groſs iſt, ſind von Kupfer oder Meſſing, weil dieſe Metalle nicht ſo leicht roſten.

Fig. 2. gewährt einen Anblick von der Rückſeite der Thüre, wenn ſie in ihre Rahme ſich befindet, wo man auch die Art ſehen kann, wie ſie in derſelben eingeſchloſſen iſt. *a*, *b*, *c*, *d*, ſind die eiſernen Bänder, womit die Rahme in dem Mauerwerke befeſtigt iſt.

Fig. 3. iſt ein horizontaler Durchſchnitt durch die Mitte der Thüre und ihrer Rahme, und durch den Knopf, der zum Zumachen der Thüre dient.

Fig. 4. iſt die Zeichnung dieſes Knopfs, nach einem vergröſsernden Maaſsſtabe, um die Art ſeiner Verfertigung zu zeigen.

Fig. 5. iſt die Eiſenblech-Platte, woraus die Thüre beſteht, mit den Löchern, worin die

oder ein Schieber angebracht werden, den man mehr oder weniger öffnet, je nachdem man der Feuerſtäte eine groſse oder kleine Quantität Luft

übrigen zugehörigen Stücke mehr befeſtigt werden.

Fig. 6. die runde Platte des Regiſters; um ſie herumdrehen zu können, iſt ein vorſpringender Knopf an ihr angebracht.

Fig 7. und 8. zeigen nach vergröſserndem Maaſsſtabe eins von den vier kupfernen Bändern, die die Regiſter-Platte in ihrem Spielraume feſthalten.

Alle eiſerne Thüren, die zur Verſchlieſsung einer Feuerſtäte gebraucht werden, ſollten nie in eine Rinne oder Fuge der Rahme einſchlieſsen, ſondern blos an der ſcharfen Kante derſelben anſchlieſsen, welche letztre vermittelſt eines groſsen flachen Steins recht gleich und grade gerieben ſeyn muſs, damit ſie die Thüre ganz an ſich aufnehmen kann. Wenn denn die Thüre auch recht gleich und eben gemacht und gehörig an ihren Angeln befeſtigt iſt, ſo wird ſie, ungeachtet der Wirkungen der Ausdehnung, die das Metall von der Wärme erleidet, die Oeffnung leicht und dicht verſchlieſsen; das kann aber nicht geſchehn, wenn die Thüren in Fugen der Rahme einpaſſen ſollen.

Wo die Hitze ſehr ſtark iſt, da ſollte man die Rahme der Thüre aus feuerfeſtem Stein verfertigen, und den Theil der Thüre, der dem Feuer ausgeſetzt iſt, entweder mit einem paſſenden Stück dieſes Steins belegen, das mit Klammern

zuſtrömen läſst. Regiſter und Schieber dienen auch, das Feuer ſogleich auszulöſchen, wenn man ſeiner nicht mehr bedarf, indem man beide gänzlich verſchlieſst; und auf dieſe Art kann man das halb verzehrte Brennmaterial, das ſonſt unnützerweiſe ausgebrannt wäre, auf das künftige Mal erſparen.

Dieſelbe Wirkung kann man auch ohne Klappe oder Schieber erhalten, wenn man den von der Feuerſtäte aufſteigenden Rauch ſo leitet, daſs er erſt einige Fuſs tief unter der Horizontalfläche des Roſtes, worauf das Feuer brennt, herabſteigen muſs, ehe er zum Rauchfange kommen kann.

Ein andrer wichtiger Umſtand, den man bey der Einrichtung der Feuerſtäte in Obacht zu

oder ſtarken Nägeln daran zu befeſtigen wäre; oder mit einer zwey Zoll dicken Maſſe von ſtarkem Thon, der in gehörigem Verhältniſs mtt grobem Pulver von zerbrochnen Schmelztiegeln vermiſcht iſt, bedecken. Die Befeſtigung derſelben an der Thüre kann ebenfalls mit Nägeln oder Krampen zuwegegebracht werden. Wenn dieſe Maſſe naſs angelegt, langſam getrocknet, da, wo ſie Sprünge bekommt, gehörig ausgefüllt, feſt zuſammengeſchlagen und nachher von der Hitze des Feuers gehörig gebrannt wird, ſo bildet ſie eine ſolche Bedeckung der Thüre, daſs das Feuer ihr gar nicht ſchaden kann, und ſie zehnmal länger hält, als ſonſt.

Gr. R.

nehmen hat, ist das gehörige Anlegen des Brennmaterials. Denn, wenn die Verbrennung recht gut vor sich gehen soll, so muss das Brennmaterial nicht allein auf dem rechten Platze, sondern auch in gehöriger Ordnung liegen. Die festen Theile desselben müssen die rechte Grösse haben, und, um den freyen Durchzug der Luft nicht zu hindern, weder zu nahe an einander, noch zu weit von einander liegen. Ueberdem ist es, wie ich aus Erfahrung weiss, sehr nützlich, die Feuerstäte so einzurichten, dass, sobald das brennende Feuermaterial zu schwinden anfängt, es von selbst und ohne Mithülfe auf den Mittelpunkt der Feuerstäte zusammenfällt. Diese Einrichtung be teht bey kleinen Feuerstäten (und bey diesen ist sie besonders nothwend g) darin, dass der Rost, worauf das Feuer brennt, die Gestalt einer streifenweis ausgeschnittenen Scheibe oder Schüssel hat *).

*) Diese Vorrichtungen sind auf Taf. V. Fig. 9. bis 11. abgebildet.

Fig. 9. und 10. stellen schüsselförmige Roste für verschlossene Feuerheerde dar. Sie können nach der Grösse des Kochgefäses 5 bis 18 Zoll im Durchmesser haben. Der Regel nach habe ich ihren Durchmesser immer halb so gross genommen, als der des runden Topfes in seiner obern Oeffnung war, der dazu gehörte.

Fig. 11. ist der umgestürzte Hohlkegel von dünnem Eisenblech, der sich unmittelbar unter dem Roste befindet; seine obere Oeffnung ist

Alle, deren ich mich (ausgenommen bey ſehr groſsen Feuerſtäten) bediene, ſind von dieſer Geſtalt, und das Holz, das ich zur Feuerung nehme, wird in kleine Scheitchen von 4 bis 6 Zoll Länge geſchnitten. Statt der eiſernen Roſte gebrauche ich ſeit kurzem irdne, die wie hohle Schüſſeln oder runde Pfannen ausſehn, und mit vielen Löchern durchbohrt ſind, um der Luft Durchgang zu verſchaffen. Dieſe irdnen Roſte ſind um vieles wohlfeiler, als die eiſernen, und entſprechen, nach meiner Erfahrung zu urtheilen, dem Endzwecke beſſer als dieſe; wovon ſich leicht der Grund angeben läſst.

Bey groſsen Feuerſtäten nahm ich zuweilen ſtatt des Roſtes gemeine Ziegelſteine, die ich der Länge nach auf ihren ſchmalen Kanten hinſtellte, und die ſo die Stelle des Roſtes ſehr gut vertreten.

Da nur der Theil der Luft, der in der gehörigen Richtung und in der rechten Quantität auf die Feuerſtäte dringt und mit dem brennenden Brennmaterial in wirkliche Berührung kommt, zerſetzt wird, und nur auf dieſe Art zur

ſo groſs, daſs der runde Rand des Roſtes grade hineinpaſst. Iſt die Feuerſtäte groſs, ſo kann man dieſen Hohlkegel aus Feuerſtein, oder aus Backſteinen mit Mörtel zuſammenſetzen. Bey kleinen Feuerſtäten kann man ihn aus irdener Waare verfertigen, welches vielleicht das beſte Material dazu iſt. *Gr. R.*

Erzeugung der Wärme beyträgt; ſo iſt es offenbar, daſs alle die Luft, die in das Feuer hinein und wieder heraus ſtrömt, ohne zerſetzt zu werden, ein wahrer Räuber der Wärme iſt. Denn ſie trägt nicht nur nichts zur Erzeugung der Wärme bey, ſondern bewirkt noch einen wirklichen Verluſt derſelben, indem ſie ſich auf Unkoſten des Feuers erwärmt und dann durch den Rauchfang davongeht. Dieſer Verluſt iſt oft ſehr beträchtlich, und man muſs ſorgfältig ihn zu vermeiden ſuchen.

Dieſes Eindringen unnützer Luft, die nicht zerſetzt wird, findet auch bey verſchloſſenen Feuerſtäten ſtatt; wenn nemlich, wie gewöhnlich, der Roſt gröſser als die Maſſe des brennenden Feuermaterials iſt. Dieſes Uebel verhindert man ganz, wenn man ſtatt der eiſernen Roſte ſich jener irdenen durchlöcherten Schüſſeln bedient, deren Boden ungefähr 2, 3 bis 4 Zoll dick ſeyn kann, und deren Luftlöcher alle zu einem gemeinſchaftlichen Mittelpunkte, zum Brennpunkt des Feuers, hinſtreben müſſen.

Denſelben Endzweck erreicht man auch, wenn man dem eiſernen Roſte eine runde und vertiefte Schüſſelgeſtalt, und der Feuerſtäte unmittelbar unter dem Roſte die Geſtalt eines umgekehrten verkürzten Kegels giebt, deſſen oberer Durchmeſſer dem innern Durchmeſſer des Roſt-Reifens gleich iſt, und deſſen unterer Durchmeſſer da, wo

die

die Luft in die Feuerstätte hineintritt, ungefähr ein Drittel von jenem beträgt. (Siehe Fig. 11. Taf. V.) Die untre Oeffnung muss grade unter den Mittelpunkt des Rostes treffen und demselben so nahe als möglich seyn; doch muss ein kleiner Zwischenraum zwischen den eisernen Stäben des Rostes und der untern Fläche des umgekehrten Kegels bleiben, damit die Asche ungehindert in das Aschenloch hinabfallen kann.

Die Gestalt und der Umfang des Aschenlochs ist gleichgültig; wenn es nur gross genug ist, um der zur Erhaltung des Feuers nöthigen Luft einen freyen Durchgang zu gewähren, und wenn nur die Oeffnung desselben mit einer gut anliegenden Thüre, die mit einem Register versehen seyn muss, fest verschlossen werden kann, um Herr über diesen Luft-Durchzug zu bleiben.

Nimmt man statt der eisernen Roste die oben beschriebenen irdnen, so muss man darauf sehen, dass die Luftlöcher innerhalb einen kleinern Umfang haben, als äusserlich, damit sie nicht durch kleine Kohlenstücke und durch die Asche, die durch sie in das Aschenloch fällt, verstopft werden können.

Die auf diese Art eingerichteten Feuerstäten haben den grossen Vortheil, dass sie für jedes Brennmaterial gleich brauchbar sind. Holz, Steinkohlen, Holzkohlen, Torf u. s. w. brennen auf ihnen ohne Unterschied mit derselben Leichtigkeit

und denſelben Vortheilen ohne den geringſten Geruch. So kann man auch das Feuer mit trocknem Holze oder einem andern leicht entzündbaren Brennmaterial anmachen, und nachher mit einem wohlfeilern, ſchlechtern, im Brennen erhalten. Da es wohl ziemlich gewiſs iſt, daſs ſich einige Brennmaterialien mit mehrerm Vortheil gebrauchen laſſen, die Flüſſigkeit des Kochgefäſses ins Kochen zu bringen, andre ſie darin zu erhalten; ſo könnte man ſich wahrſcheinlich durch eine gehörige Aufmerkſamkeit auf dieſen Umſtand eine beträchtliche Erſparniſs verſchaffen, und dieſe Entdeckung lieſse ſich bey ſolchen Feuerſtäten leicht machen, die für alle Brennmaterialien paſſen.

Ich habe oben gezeigt, daſs die Verengung des Theils der Feuerſtäte, die unter dem Roſte ſich befindet, dazu dient, die Luft auf eine vortheilhaftere Art in das Feuer dringen zu laſſen. Dieſe Einrichtung hat aber noch einen andern, vielleicht noch wichtigern Vortheil. Die Wärme nemlich, die durch die Zwiſchenräume der Roſt-Stäbe unterwärts verbreitet wird, bricht ſich nun, ſtatt in das Aſchenloch zu entweichen (wo ſie verlohren gehen würde), gegen die Wände des umgekehrten Hohlkegels, wird hier aufgehalten, und ſteigt nachher entweder mit dem das Feuer unterhaltenden Luftſtrom in die Feuerſtäte zurück; oder ſie wird unmittelbar von der koniſchen Oberfläche dahin zurückgeworfen, und nach zwey oder drey Abprallungen von Seite zu Seite

aufwärts gegen den Boden des Kochgefäfses geſtoſsen.

Um ſich von dieſer Sache einen klaren und deutlichen Begriff zu verſchaffen, muſs man auf alle Umſtände ſehen, die beym Verbrennen eines Körpers vorkommen, auf die Art, wie die erzeugte Wärme ſich offenbart, wie ſie aufgefangen, angehäuft, angehalten und regiert werden kann.

Die Wärme, die beym Verbrennen des Feuermaterials entſteht, ſtellt ſich in doppelter Geſtalt dar: nemlich erſtens in den heiſsen Dämpfen, die vom Feuer auffteigen und die Wärme gleichſam gebunden halten, und zweytens in den Strahlen freyer Wärme, die nach allen Richtungen vom Feuer ausgehn und ringsum Wärme erzeugen. Man würde ſie ſchicklicher, als warme, *Wärme erzeugende* Strahlen nennen, d. h. ſolche, welche die Fähigkeit haben, in jedem Körper, der ſie aufhält, Wärme hervorzubringen. Denn, wenn ſie unaufgehalten durch irgend ein Medium (z. B. durch eine Luft-Maſſe) gehn, ſo findet man nicht, daſs ſie dieſem Medio irgend einen Theil von ihrer Wärme mittheilen; auch bringen ſie in den Körpern, von deren Oberflächen ſie zurückgeworfen werden, keinen beträchtlichen Grad von Wärme hervor; und in dieſer Rückſicht gleichen ſie völlig den Strahlen, die von der Sonne ausgehn.

In welchem Verhältniſs die *ſtrahlende Wärme* (man erlaube mir der Kürze wegen dieſen unpaſſenden Ausdruck) zu der ſteht, die im Rauche und in den erwärmten Dämpfen aus den brennenden Körpern hervorgeht, und die man zum Unterſchied *gebundne Wärme* nennen kann, iſt nicht genau bekannt; indeſs iſt es gewiſs, daſs der Antheil von Wärme in dieſen elaſtiſchen Fluidis bey weitem gröſser iſt, als in allen Wärme-erzeugenden Strahlen zuſammengenommen. Doch darf man deshalb die Menge ſtrahlender Wärme nicht für unbeträchtlich halten. Wie anſehnlich ſie iſt, zeigt die Wärme der Stuben, die mit einem Kamin geheizt werden. — Denn da die ganze, von dem Rauch und den Dämpfen gebundne Wärme aus dieſen Stuben durch das Kamin hinausgeführt wird; ſo iſt die Wärme, welche ſich in ihnen verbreitet, einzig und allein der ſtrahlenden Wärme zuzuſchreiben; das iſt, den Strahlen, die von dem Feuer ausgehn und ſich in der Stube verbreiten.

Die Wirkſamkeit dieſer Strahlen kann auf verſchiedne Art dargethan werden; am auffallendten durch folgenden einfachen Verſuch. Wenn das Feuer auf dem Heerde in voller Flamme brennt, trecke man den Arm und die Finger in grader Linie nach dem Mittelpunkt des Feuers zu aus. Wenn die Hand noch zwey oder drey Schritt vom Feuer abſteht, wird man die Wärme noch kaum bemerken, wenn das Feuer nicht etwan ſehr groſs iſt.

So bald man aber, ohne den Arm zu bewegen, das Gelenke aufwärts beugt, so dafs die innere flache Seite der Hand gegen das Feuer gerichtet ist, so wird man nicht allein die Wärme merklich fühlen, sondern sie, wenn das Feuer nur etwas grofs ist und hell brennt, sogar kaum erträglich finden.

Diese Wärme-erzeugenden Strahlen werden aber nicht allein von den entzündeten Brennmaterialien ausgestofsen, sondern von allen Körpern, sie mögen unverbrennbar oder brennbar, flüssig oder fest seyn, wenn die Körper nur bis zu dem Grade erwärmt sind, dafs sie im Dunkel leuchten, oder roth glühen.

Sogar Körper, die nicht genug erwärmt sind, um ein sichtbares Licht von sich ausgehen zu lafsen, verbreiten nach allen Richtungen solche zur Erzeugung der Wärme fähige Strahlen. Dies ist eine durch Versuche bewiesne Thatsache. Von allen Körpern, in allen Temperaturen, vom gefrierenden Queckfilber so gut, wie vom schmelzenden Eisen, strömen beständig, bald in gröfseren, bald in geringeren Quantitäten, bald mehr, bald weniger heftig, dergleichen Strahlen aus. Werden aber zufolge des Ausströmens dieser Strahlen die Körper abgekühlt? — Bringen diese Strahlen immer Wärme hervor; selbst dann, wenn der Körper, der sie auffafst und verschliefst, wärmer ist, als der, von dem sie ausgehn? — Doch, ich

vergeſſe, daſs ich mich in dieſe dunkle Speculationen nicht einzulaſſen verſprochen habe. Was daher auch immer die Natur dieſer von den entzündeten Brennmaterialien ausgehenden Strahlen ſeyn mag, ſo iſt doch eine ihrer bekannten Eigenſchaften die, daſs ſie Wärme erzeugen. Auf ſie muſs man daher auch eine beſondre Aufmerkſamkeit in allen Einrichtungen wenden, wobey es auf Erſparniſs von Brennmaterialien ankömmt.

Da dieſe zur Erzeugung der Wärme fähigen Strahlen in den Körpern, die ſie auffangen und verſchlucken, nicht aber in dem Medium, durch das ſie gehn, Wärme hervorbringen; ſo iſt es nothwendig, daſs man die Körper, die dieſe Strahlen auffangen ſollen, ſo einrichtet, daſs ſie die erhaltne Wärme den andern Körpern, deren Erwärmung eigentlich beabſichtigt iſt, nothwendig und mit Leichtigkeit wieder mittheilen müſſen.

Die verſchloſsnen Feuerſtäten, die ich empfohlen habe, und nachher umſtändlicher beſchreiben werde, entſprechen dieſem Endzwecke völlig. Denn da in dieſen Feuerſtäten das Feuer überall, ſowohl unterhalb des Roſtes, als ſeitwärts, eingeſchloſſen iſt, ausgenommen wo ſich der Boden des Koch-Gefäſses dem Feuer darbietet, ſo kann ſchwerlich einer dieſer Strahlen entweichen; und da die Materialien, aus denen die Feuerſtäte erbaut iſt (Ziegelſteine und Mörtel), ſchlechte Leiter der Wärme ſind, ſo wird von ihnen auch nur ein

geringer Theil der beym Verbrennen erzeugten Wärme verſchlungen und den innern Theilen der Mauer mitgetheilt werden, wo er dann zerſtreut wird und verlohren geht. Doch, dieſes Einſperren der Wärme iſt ein ſo wichtiger Gegenſtand, daſs er beſonders abgehandelt zu werden verdient.

---

2) *Von den Mitteln, die Wärme einzuſchlieſsen und ihre Wirkung zu regieren.*

Von Leitern und Nichtleitern der Wärme. Gemeine atmoſphäriſche Luſt kann als ein guter Nichtleiter der Wärme zu ihrer Einſchlieſsung gebraucht werden; — die Natur gebraucht ſie zu dieſem Endzweck; — ſie iſt die Haupturſache von der Wärme der natürlichen und künſtlichen Bekleidung, und die einzige Urſache von der Wärme der doppelten Fenſter. Groſser Nutzen der doppelten Fenſter und der doppelten Wände, ſowohl in heiſsen, als kalten Gegenden. — Alle elaſtiſche Flüſſigkeiten ſind Nichtleiter der Wärme. — Dampf und Flamme ſind auch Nichtleiter der Wärme.

Daſs die Wärme durch einige Körper leichter durchdringt, als durch andre, iſt eine bekannte Thatſache; aber die Urſache dieſes Unterſchiedes in der Wärme-leitenden Kraft der Körper hat man noch nicht entdecken können.

Wenn man z. B. einen eiſernen und einen hölzernen Nagel von gleicher Geſtalt und Gröſse in eine Lichtflamme hält, ſo wird ſich der Unter-

ſchied der Wärme-leitenden Kraft des Metalls und des Holzes auf eine Art zeigen, die keinen Zweifel übrig läſst. Denn, ſobald als die in die Flamme gehaltne Spitze des eiſernen Nagels erwärmt wird, erhitzt ſich auch das andre Ende deſſelben bis zum Verbrennen; der hölzerne Nagel hingegen kann von der Flamme gröſstentheils verzehrt werden, ohne daſs man an ſeinem andern Ende einige Wärme verſpürte. Hält man eine Glasröhre in die Licht-Flamme, ſo wird ſie an dem andern Ende zwar wärmer als der hölzerne, aber lange nicht ſo warm als der eiſerne Nagel. Unter allen den verſchiedenen Körpern, mit denen man dieſe Verſuche anſtellt, wird man nicht zwey finden, bey denen der Durchgang der Wärme durch ihre Subſtanz genau mit demſelben Grade der Leichtigkeit vor ſich ginge *).

*) Hr. D. *Ingenhous* hat einen ſehr artigen Verſuch erdacht, um die verhältniſsmäſsig leitende Kraft der verſchiedenen Metalle anſchaulich zu machen. Er nahm gleichſtarke Dräth-Stücke von verſchiedenen Metallen, die genau dieſelbe Stärke und Länge hatten, und bedeckte ſie, indem er ſie in geſchmolzenes Wachs tauchte, mit einem dünnen Wachs-Ueberzuge. Dann hielt er das eine Ende von jedem dieſer Cylinder in kochendes Waſſer, und bemerkte, wie weit die dem Metalle mitgetheilte Wärme den Wachs-Ueberzug ſchmolz, und mit welcher Geſchwindigkeit die Wärme fortſchritt. *Gr. R.*

Die Wärme *einſchlieſſen*, heifst nichts mehr, als ihre Entweichung aus dem erwärmten Körper, in welchem ſie ſich befindet und der ſie an ſich halten ſoll, verhindern. Dies kann allein dadurch bewerkſtelliget werden, dafs man den erwärmten Körper mit einer Subſtanz bekleidet, durch welche die Wärme entweder gar nicht, oder nur mit vieler Schwierigkeit dringen kann. Könnte man eine für die Wärme ganz undurchdringbare Bekleidung auffinden, ſo müſste ein erwärmter und mit ihr vollkommen umgebner Körper wahrſcheinlich immer warm bleiben; eine ſolche Subſtanz iſt uns aber nicht bekannt, auch iſt es nicht wahrſcheinlich, dafs ſie exiſtirt.

Die Körper, durch welche die Wärme ungehindert und ſchnell dringt, heifsen *Wärmeleiter*; die, durch welche ſie ihren Durchgang nur mit vieler Schwierigkeit, oder ſehr langſam macht, *Nichtleiter* oder *ſchlechte Wärmeleiter*. Dieſe Leiter und Nichtleiter haben nun wiederum ihre verſchiedenen Grade. Solche Körper, welche die ſchlechteſten Leiter, oder beſſer geſagt, die beſten Nichtleiter der Wärme ſind, ſchicken ſich am beſten für Bekleidungen, die die Entweichung der Wärme verhindern ſollen.

Alle Metalle ſind auffallend gute Leiter der Wärme; — Holz, und im allgemeinen, alle leichte, trockne und ſchwammigte Körper hingegen ſind Nichtleiter. Glas, obgleich ein ſehr harter

und gedrungener Körper, ist ein Nichtleiter. Queckſilber, Waſſer und tropfbare Flüſſigkeiten aller Art ſind Leiter; aber Luft, und in der Regel alle elaſtiſche Flüſſigkeiten, Dampf nicht ausgenommen, ſind Nichtleiter.

Einige neulich angeſtellte, aber noch nicht bekanntgemachte Verſuche, laſſen mich muthmaſsen, daſs das Waſſer, Queckſilber, und alle andre unelaſtiſche Flüſſigkeiten, die Wärme nicht durch ſich von Theilchen zu Theilchen durchdringen laſſen, wie dies ohne Zweifel in den feſten Körpern geſchieht; ſondern daſs ihre ſcheinbar leitenden Kräfte weſentlich von der auſserordentlichen Beweglichkeit ihrer Theile herrühren; kurz, daſs ſie die Wärme gleichſam mehr überſetzen, als daſs ſie ihr einen Durchgang gewähren. Hierüber werde ich in einem folgenden Abſchnitte weitläuftiger handeln *).

Die leitende Kraft eines jeden feſten Körpers iſt viel gröſser, wenn er eine zuſammenhängende

*) Dieſes iſt in dem ſiebenten *Eſſay* des Grafen Rumford über die Fortpflanzung der Wärme durch tropfbare Flüſſigkeiten geſchehn, mit deſſen intereſſanten Reſultaten wir die Leſer in den beiden vorigen Bändon der Annalen unterhalten haben. Graf Rumford rechnet in dieſem ſpätern *Eſſay* Waſſer, Oehl, Queckſilber und alle tropfbare Flüſſigkeiten zu den wahren Nichtleitern der Wärme. *d. H.*

ganze Maſſe ausmacht, als wenn er pulveriſirt, oder in kleine Stückchen zertheilt iſt. So ſind eine eiſerne Stange oder Platte beſſere Wärme-Leiter, als Eiſenfeilſpäne; und Sägeſpäne ſind ein beſſerer Nichtleiter als Holz. Beide werden aber hierin noch von trockner Holzaſche übertroffen, und recht trocknes, feines Holzkohlen-Pulver iſt einer der allerbeſten Nichtleiter. Da dieſes überdem ganz unentzündbar iſt, wenn es ſich in einem luftdicht verſchloſsnen Raum befindet; ſo dient es ganz beſonders gut zu einer Bekleidung, die beſtimmt iſt das Entweichen einer eingeſchloſſenen ſtarken Wärme zu verhindern.

Doch giebt es keinen Stoff, der zu ſolch einer Bekleidung tauglicher wäre, als die gemeine *atmoſphäriſche Luft*. Ihrer bedient ſich die Natur zu dieſem Endzweck, und dieſer nachzuahmen, iſt das Beſte, was wir thun können.

Die Wärme der Wolle und der Felle, womit die Thiere, und der Federn, womit die Vögel bekleidet ſind, iſt ohne Zweifel der Luft zuzuſchreiben, die in den Zwiſchenräumen dieſer Subſtanzen ſich befindet, und von ihnen ſtark angezogen wird. Die Luft iſt hier gleichſam eingeſperrt, und bildet eine Barriere, die nicht allein die kalten Winde von den Körpern der Thiere abhält, ſondern die auch das Entweichen der thieriſchen Wärme in die Atmoſphäre verhindert. — Eben ſo wird im Winter die Wärme des Erdbodens

durch die Luft gefeſſelt, die ſich im Schnee befindet, und auf eine gleiche Art iſt das Warmhalten der Zeuge zu erklären, deren man ſich zu Kleidern bedient. Wäre dieſer Umſtand mehr bekannt und mehr beachtet, ſo würde er wahrſcheinlich zu wichtigen Verbeſſerungen in der Oekonomie der Wärme führen. Denn trotz dem, daſs das Verwahren gegen die Extreme der Wärme und Kälte, und der Gebrauch des Feuers, ſo wichtige und tägliche Angelegenheiten und Bedürfniſſe für uns ſind, ſo haben wir doch nur ſehr geringe Fortſchritte in dieſer ſo wichtigen Wiſſenſchaft gemacht.

So bedient man ſich in den meiſten nördlichen Gegenden Europens der doppelten Glasfenſter, um im Winter die Stuben wärmer zu erhalten; aber ſo viel ich weiſs, hat man ſich in wärmern Gegenden ihrer noch nie bedient, um durch ſie im Sommer die Stuben kühl zu erhalten, und doch iſt der Schluſs auf dieſe Anwendung dieſer einfachen und nützlichen Erfindung ſo leicht und natürlich. Denn, wenn man ſieht, daſs die doppelten Fenſter die Entweichung der Wärme aus der Stube verhindern; ſo ſollte man meinen, es erfodere nicht viel Scharfſinn, um zu entdecken, daſs ſie eben ſo wirkſam das Eindringen der äuſsern Wärme in die Stube verhindern müſſen. Bey alle dem iſt dieſer Gebrauch noch niemandem eingefallen; zum wenigſten habe ich ihn weder in Italien, noch in den andern heiſsen Gegenden, die ich beſuchte, gefunden.

Da der Nutzen, den doppelte Fenſter und Wände in heiſsen ſowohl, als in kalten Gegenden gewähren können, ſo groſs iſt, ſo werde ich an einem andern Orte weitläuftiger von ihnen handeln; hier will ich nur ſoviel bemerken, daſs nicht die doppelten Glas-Scheiben, ſondern die zwiſchen ihnen verſchloſsne Luft, den Durchgang der Wärme ſo ſchwierig macht. Wäre dieſe Wirkung der vermehrten Glasmaſſe zuzuſchreiben, wodurch nun die Wärme durchdringen muſs, ſo müſste eine doppelt ſo ſtark verfertigte Scheibe dieſelbe Wirkung hervorbringen, aber das iſt nicht der Fall.

Die Luft iſt ferner nicht allein ein Nichtleiter der Wärme, ſondern ihr Vermögen, nicht zu leiten, kann auch ſehr vermehrt werden. Um einzuſehn, wie dies geſchieht, wird es nothwendig ſeyn, die Art und Weiſe zu betrachten, wie die Wärme durch die Luft dringt. Aus dem Reſultate vieler Verſuche, die ich zur Erforſchung dieſes Gegenſtandes anſtellte, und die man in den *Philoſophical Transactions* 1792 findet *), erhellt, daſs jedes Luftheilchen für ſich ſelbſt, Wärme von andern Körpern erhalten, und ihnen auch wieder dieſelbe abtreten kann; daſs aber unter den Thei-

*) Auch in *Grens* Journ. der Phyſ. B. V. S. 245 — 280. In der Sammlung der Rumfordſchen *Eſſays* nehmen ſie das zweyte Kapitel des achten *Eſſays* ein. *d. H.*

ehen ſelbſt keine Mittheilung der Wärme ſtatt findet*). Hieraus läſst ſich folgern, daſs, obgleich die einzelnen Lufttheilchen die Wärme den Körpern rauben, und von einem Platze zu einem andern fortpflanzen können, doch eine Luftmaſſe, deren Theilchen ſich alle im Zuſtande der Ruhe befänden, und darin verharrten, gänzlich undurchdringlich für die Wärme, und ſo ein vollkommner Nichtleiter ſeyn müſte.

Wenn alſo die Wärme, allein vermöge der Bewegung, die ſie in der Luft veranlaſst, ihren Durchweg durch dieſelbe findet; ſo iſt es klar, daſs alles das, was die innere Bewegung der Luft verhindert, auch ihre leitende Kraft verringern muſs, und dies hab ich auch in der That beſtätigt gefunden. Eine gewiſſe Quantität Wärme, die in $9\frac{3}{7}$ Minuten, durch eine $\frac{1}{2}$ Zoll dicke Schicht verſchloſsner Luft drang, brauchte $21\frac{2}{7}$ Minuten zu ihrem Durchgang durch dieſelbe Schicht, als ich die innere Bewegung der Luft dadurch hinderte, daſs ich ſie mit dem 56ſten Theil ihrer Maſſe, mit Eiderdunen, feinem Pelzwerke oder feiner Seide, ſo wie ſie vom Seidenwurme kömmt, vermiſchte.

Die Subſtanzen, die man zu dieſem Endzweck mit der Luft vermiſcht, müſſen aber ſelbſt Nicht-

*) Alſo grade ſo, wie Graf Rumford das im ſiebenten *Eſſay* für Waſſer darzuthun geſucht hat. d. H.

leiter der Wärme seyn; sonst bewirkt man grade das Gegentheil, wie ich selbst aus Erfahrung weiss. Denn, als ich, statt der eben erwähnten Substanzen, die Luft mit einer gleichen Quantität sehr feinen abgeglätteten Silber-Drath, so wie er sich von den Gold- und Silber-Spitzen abtrieselt, versetzte; so wurde dadurch der Durchgang der Wärme durch sie so beschleunigt, dass sie nun merklich eher durchdrang, als wenn sie durch die blosse unvermischte Luft ihren Durchweg hätte nehmen müssen.

Ferner muss man auch darauf sehen, dass die Theilchen der Substanzen, die man mit der Luft vermischt, sehr fein und zart sind; denn je feiner sie sind, desto grösser wird ihre Oberfläche im Verhältniss zu ihrer festen Masse, und desto mehr werden sie die innere Bewegung der Lufttheilchen verhindern. Grobe Pferdehaare werden daher diesem Endzwecke schlechter entsprechen, als feine Biberhaare, obgleich nach aller Wahrscheinlichkeit in den chemischen Eigenthümlichkeiten dieser beiden Haararten kein wesentlicher Unterschied statt findet.

Eine andre mehr verborgene Eigenschaft, die einige Substanzen zu diesem Gebrauche tauglicher macht als andre, ist eine gewisse anziehende Kraft, die zwischen gewissen Körpern und der Luft existirt. Ein Beyspiel hiervon giebt die Festigkeit,

mit der ſich die Luft an die feinen Haare der Thiere und Federn der Vögel anſchmiegt. Daſs hierdurch die Bewegung der Luft, die in den Zwiſchenräumen dieſer Subſtanzen verſchloſſen iſt, verhindert, und folglich der Wärme der Durchgang durch ſie erſchwert wird, iſt leicht zu beweiſen.

Vielleicht giebt es aber auch noch eine verborgnere Urſache, die eine Subſtanz, vor der andern, zur Bildung einer Barriere für die eingeſchloſſene Wärme geſchickter macht. — Ich habe durch unwiderlegbare Verſuche gezeigt, daſs die Wärme durch die *torricelliſche Leere* einen Durchweg finden kann, obgleich etwas ſchwieriger, als durch die Luft *). Pflanzt ſich aber die Wärme da fort, wo keine Luft iſt, ſo muſs ſie dies vermittelſt eines Mediums bewerkſtelligen, das viel feiner als die Luft iſt. Das Medium durchdringt ſehr wahrſcheinlich mit der gröſsten Leichtigkeit alle feſten Körper, und ſo auch das Glas und das Queckſilber, deren man ſich zur Hervorbringung einer torricelliſchen Leere bedient.

Giebt

*) Siehe des Grafen Rumford's Verſuche über die Wärme in den *Philoſophical Transact. for* 1786. *Vol.* 76. In der Sammlung der *Eſſays* des Verfaſſers, machen ſie das erſte Kapitel des *Eſſay VIII.* aus, und da ſie in Grens Journal der Phyſik noch nicht benutzt ſind, ſo werde ich ſie hier in einem kurzen Auszuge beyfügen. *A. H.*

Giebt es nun ein ſolches Medium, das feiner iſt als die Luft, und das die Wärme fortpflanzen kann; ſollte es denn nicht vielleicht auch eine gewiſſe Verwandtſchaft zwiſchen dieſem Medium und ſinnlichen Gegenſtänden geben können? — eine gewiſſe Anziehung, vermittelſt welcher alle Körper oder einige Arten der Körper insbeſondre, auf irgend eine Weiſe dieſes Medium in ſeiner Operation, die Wärme fortzupflanzen, hemmen können? Aus den Reſultaten der verſchiedenen Verſuche, die ich über die Wärme angeſtellt, und in den *Philoſ. Tranſact. Vol.* 76. beſchrieben habe, erhellt, daſs die leitende Kraft der Torricelliſchen Leere ſich zu der der Luft wie 604 zu 1000 verhält. Ein ſpäterer Verſuch zeigte, daſs 55 Theile mit 1 Theile feiner roher Seide vermiſcht, ein Medium geben, deſſen leitende Kraft ſich zu der der Luft wie 576 zu 1284; oder wie 448 zu 1000 verhält *), das alſo für die Wärme noch ſchwerer zu durchdringen iſt, als ſelbſt die torricelliſche Leere. Die Seide muſs daher nicht allein die leitende Kraft der Luft völlig aufheben, ſondern auch die des ätheriſchen Fluidums merklich verringern, das ſich ſehr wahrſcheinlich der Zwiſchenräume der Luft bemächtigt und die Fortleitung der Wärme durch eine torricelliſche Leere bewirkt. Denn dieſe iſt

*) Siehe meinen zweyten Aufſatz über die Wärme in den *Philoſ. Tranſ. for* 1792. und in Grens Journal B. *V.* Gr. K.

in dem Verhältnifs von 604 zu 448 ein beſsrer Leiter der Wärme, als jenes Medium. Doch unſre Kenntnifs von der Natur und der Fortpflanzung der Wärme iſt noch viel zu unvollkommen, als daſs wir dieſen Speculationen mit einiger Ausſicht auf Erfolg und Nutzen nachgehn könnten; deshalb ich mich dabey nicht länger verweile.

Auf welche Art ſich auch immerhin die Wärme von einem Körper zum andern fortpflanzen mag; ſo iſt doch nun hinlänglich bewieſen, daſs ſie durch verſchloſſene Luft nur mit vieler Schwierigkeit einen Durchgang findet, und dieſe Erfahrung iſt ſehr wichtig, weil ſie uns Mittel an die Hand giebt, die Wärme mit Sicherheit und Leichtigkeit einſchlieſsen, und ihre volle Wirkung auf nützliche Endzwecke richten zu können.

Die atmoſphäriſche Luft iſt jedoch nicht der einzige Nichtleiter der Wärme; alle Luftarten, die künſtlich zubereiteten ſowohl, als die natürlichen, und der Regel nach alle elaſtiſchen Fluida, Dampf nicht ausgenommen, ſcheinen dieſe Eigenſchaft in demſelben Grade von Vollkommenheit zu beſitzen, wie die atmoſphäriſche Luft.

Daſs der *Dampf* kein Leiter der Wärme iſt, erfuhr ich durch folgenden Verſuch. Eine runde Flaſche von ſehr dünnem und durchſichtigem Glaſe, die einen Durchmeſſer von 8 Zoll, einen engen Hals und einen ſtarken einwärtsgebognen Boden

befafs der einer ausgehöhlten Halbkugel von 6 Zoll im Durchmeſſer glich, wurde mit kaltem Waſſer gefüllt, und in eine flache Schüſſel von ungefähr 10 Zoll im Durchmeſſer geſtellt. Eine ſehr dünne Kupferplatte machte den Boden der Schüſſel aus, die etwa $\frac{2}{15}$ Zoll tief mit Waſſer gefüllt, und auf einem Dreyfufs über eine Spirituslampe geſetzt wurde. In wenig Minuten kochte das Waſſer in der Schüſſel, und die von dem Boden der Flaſche gebildete Höhlung wurde mit Dampf-Wolken angefüllt, welche, nachdem ſie 4 oder 5 Minuten mit erſtaunlicher Geſchwindigkeit ſich darin herumgedreht, und einen guten Theil der hier befindlich geweſenen Luft herausgedrängt hatten, ſich nach und nach aufzuklären anfingen. Nach 8 oder 10 Minuten (da die in der Höhlung zurückgebliebene Luft ungefähr die Temperatur des Dampfs erhalten haben mochte) verſchwanden dieſe Wolken gänzlich, und das, was ſich in dieſer Höhlung befand, wurde, ohngeachtet das Waſſer mit der gröſsten Heftigkeit zu kochen fortfuhr, ſo vollkommen klar, dafs gar kein Dampf zu ſehen war. Wären nicht an der innern Seite der Höhlung beſtändig Waſſertröpfen herabgefloſſen, ſo hätte man ganz an der Erzeugung des Dampfes zweifeln können.

Wenn man auf einer Seite die Flaſche einen Augenblick etwas in die Höhe hob, und eine kleine Quantität Luft hereinliefs; ſo erhoben ſich

augenblicklich wieder die Wolken, fuhren fort einige Minuten mit grofser Schnelligkeit sich herumzudrehen, und verschwanden dann nach und nach wieder wie zuvor. Ich machte diesen Versuch mehrmals, und immer mit demselben Erfolge.

Indem ich nun fand, dafs die unter der Flasche hereingelassene kalte Luft den Dampf theilweis verdichtete, und Wolken hervorbrachte; so war ich auf die sichtbaren Wirkungen neugierig, die ein unter die Flasche gelegter kalter, fester Körper verursachen möchte. War der Dampf ein Wärmeleiter, so mufsten einige Wärmetheilchen aus demselben in den kalten Körper übergehn, und dadurch Wolken entstehen. War aber der Dampf ein Nichtleiter der Wärme, das heifst, konnte ein Dampftheilchen seine Wärme, oder einen Theil davon, dem andern benachbarten Dampftheilchen nicht mittheilen; so konnte der kalte Körper blos auf die Dampftheilchen, die mit ihm in wirklicher Berührung waren, wirken, und mithin keine Wolken erzeugen. Der Erfolg zeigte, dafs der Dampf in der That ein Nichtleiter der Wärme ist. Denn, als ein Stück Eis, fast von der Gröfse eines Hühner-Eies, in die Mitte der Flaschenhöhlung, auf einen kleinen Dreyfufs von Eisendrath gelegt wurde, und die Wolken, die durch das beym Aufheben der Flasche unvermeidliche Hineindringen der kalten Luft entstunden, nur erst verschwunden waren (welches bald geschah), wurde der Dampf so

vollkommen durchsichtig und unsichtbar, dafs nicht der geringste Schein von Wölkigkeit irgendwo zu sehen war; selbst nicht einmal um das Eis herum; das, als es zu schmelzen begann, so klar und durchsichtig, wie der einste Bergkrystall, war.

Dieser Versuch, den ich das erstemal im November 1793 zu Florenz anstellte, wurde daselbst mehrmals in Gegenwart des Lords Palmerston und des Herrn von Fontana wiederholt *).

*) Die bey diesem Versuche gebrauchte Flasche, enthielt, ob sie gleich dem Umfange nach sehr grofs aussah, nur eine sehr kleine Quantität Wasser, weil ihr Boden sich sehr tief einwärts bog. Da die hohle Wölbung unter dem Boden der Flasche (die, wie ich schon oben bemerkt habe, beynah die Gestalt einer Halbkugel von 6 Zoll im Durchmesser hatte,) hier die Stelle eines Recipienten vertrat, um den Dampf aufzufangen und einzuschliefsen, der von dem in der Schüssel befindlichen kochenden Wasser sich erhob; so könnte man vielleicht glauben, dafs ein gewöhnlicher Glas-Recipient, in der Gestalt einer Glocke, eben so gut wie diese Flasche dazu gebraucht werden könnte. Ich glaubte dieses auch, fand aber nachher, als ich den Versuch damit machte, dafs ich mich geirrt hatte. Ein gewöhnlicher Recipient fängt den Dampf zwar eben so gut auf; aber das Glas wird bald so heifs, dafs die Wassertropfen, die zufolge der Verdichtung des Dampfs auf der innern Oberfläche des Recipienten entstehn, anstatt an den Seiten in klaren, durchsichtigen Strömen herabzufliefsen, sich nun in Bläschen

Bey diesen Versuchen war die Wölbung der Flasche nicht ganz luftleer; selbst nachdem die Wolken völlig verschwunden waren, befand sich ein beträchtlicher Antheil Luft mit dem Dampf vermischt, wie ich mich davon durch eine besondere Prüfung vergewisserte. Dieser Umstand macht den Versuch nicht wenig merkwürdig und überraschend. Es scheint, dass weder die Masse des Dampfs, noch die der Luft, durch das Eis völlig abgekühlt wurden; denn wäre die Luft in Masse gekühlt worden, so ist es sehr wahrscheinlich, dass die Wolken wieder entstanden wären.

Die Resultate dieser Versuche, verglichen mit denen, die ich zur Entdeckung der vortheilhaftesten Gestalt der Kochgefäfse anstellte, eröffneten mir ein ganz neues Feld für die Speculation und für Verbesserungen in der Feuerungs-Oekonomie. Sie zeigten mir, dass nicht allein *kalte*, sondern auch *heifse Luft*, und *heifser Dampf*, und

und flockige Streifen verwandeln, die das Glas so trübe machen, dass nichts deutlich durch dasselbe kann gesehen werden. Dies vereitelt folglich die Hauptabsicht dieses Versuchs. Das kalte Wasser in der Flasche erhält dagegen das Glas kühl, und so geht die Verdichtung des Dampfes an den Seiten der Höhlung regelmäfsiger vor sich, und die Wasserströme, die beständig an den Seiten herunterlaufen, bilden, indem sie sich vereinigen, eine durchsichtige Wasser-Wand. Vermöge dieser Umstände kann man alles das, was unter der Flasche sich zuträgt, deutlich bemerken. *Gr. R.*

heifse Mifchungen von Luft und Dampf, *Nichtleiter der Wärme* find: dafs folglich der heifse Dampf, der fich vom brennenden Brennmaterial erhebt, und fogar *die Flamme* felbft, ein Nichtleiter der Wärme ift.

Man kann das vielleicht für eine fehr kühne Behauptung halten; aber nach einer forgfältigen Prüfung der Erfcheinungen, die das Verbrennen des Brennmaterials und die Fortpflanzung der Wärme durch die Flamme begleiten, wird man fehen, dafs diefe Behauptung fehr wohl gegründet ift. Die Vortheile, welche die Wiffenfchaft diefer Sache gewährt, find von fehr grofser Wichtigkeit, und verdienen in einem eignen Abfchnitte vollftändig unterfucht zu werden.

---

3) *Von der Wirkungsart, wie die Flamme andern Körpern Wärme mittheilt.*

Die Flamme wirkt auf die Körper grade fo, wie ein heifser Wind. — Theorie des Löthrohrs durch Verfuche beftätigt. — Die Kenntnifs der Art, wie Wärme durch die Flamme mitgetheilt wird, ift zur Beftimmung der vortheilhafteften Geftalt der Kochgefäfse nöthig. Allgemeine Grundfätze, nach denen diefe Gefäfse verfertigt werden müffen.

Wenn die Flamme blofser Dampf, oder eine bis zum Rothglühen erwärmte Mifchung von Luft und Dampf ift, und diefe beiden Stoffe Nichtleiter der Wärme find; fo ift es fehr begreiflich, dafs

die Flamme, ungeachtet ihres grofsen Wärme-Grades, doch die wefentlichen Eigenfchaften ihrer Beftandtheile behält, und ein Nichtleiter der Wärme ift. Man bemerkt nicht, dafs die nichtleitende Kraft der Luft durch eine Erwärmung bis zu der Temperatur des kochenden Waffers gefchwächt würde, und ich fehe auch keine Urfache ein, warum diefe Eigenthümlichkeit der Luft, oder einer andern elaftifchen Flüffigkeit durch irgend eine Erhöhung der Temperatur, fie fey auch noch fo grofs, gefchwächt werden follte. Wenn aber der Dampf, und die Luft in der Temperatur von 212°, nach Fahrenheit, Nichtleiter der Wärme find; warum follten fie es nicht bleiben, wenn fie bis zu 1000°, oder zur Rothglühhitze erwärmt find? Ich wenigftens kann es nicht begreifen, wie ein Körper einer fo wefentlichen Eigenthümlichkeit beraubt werden könnte, ohne zugleich völlig ein neuer Körper zu werden; auch glaubt wohl niemand, dafs Dampf, oder Luft, durch die blofse Erhöhung der Temperatur bis zur Rothglühhitze eine chemifche Veränderung erleiden. So entfcheidend diefe Vernunftgründe fchon für fich find, will ich doch nicht auf fie allein meine Behauptung bauen; fondern auch durch Verfuche und Beobachtungen es beweifen, dafs die Flamme in der That ein Nichtleiter der Wärme ift.

Angenommen, dafs die Luft ein Nichtleiter der Wärme, zum wenigften in dem von mir gebrauchten Sinn des Worts, ift, werde ich nun dar-

zuthun ſuchen, daſs die Flamme genau auf dieſelbe Art, wie ein heiſser Wind, ihre Wärme mittheilt. Iſt mir dies gelungen, ſo, glaub ich, kann ich meine erſtere Behauptung für hinlänglich bewieſen anſehn.

Die Wirkungsart, wie ein kalter Lufthauch einen ihm ausgeſetzten Körper abkühlt, iſt bekannt, und bey der Nachſpürung der Urſachen dieſer Wirkungsart ſtoſsen wir leicht auf dieſelbe Eigenthümlichkeit der Luft, die ſie auch zu einem Nichtleiter der Wärme macht. Denn, könnten die Lufttheilchen, welche einen heiſsen Körper berühren, die Wärme, die ſie von ihm empfangen, mit vollkommner Leichtigkeit, den an ſie anſtoſsenden Lufttheilchen, und dieſe ſie wieder andern, und ſo fort, mittheilen; ſo würde dem heiſsen Körper die Wärme, ſo ſchnell als er ſie nur fahren laſſen könnte, entriſſen werden, und keine Bewegung der Lufttheilchen, kein Wind würde die Abkühlung des heiſsen Körpers merklich erleichtern oder beſchleunigen. Grade ſo müſste, wenn die Flamme ein vollkommner Leiter der Wärme wäre, jeder in ſie hineingehaltener kalter Körper, ſo ſchnell, als er nur die Wärme aufzunehmen vermöchte, erwärmt werden, und weder irgend eine Bewegung der innern Theile der Flamme, noch die Gewalt, mit der ſie gegen den Körper eindränge, könnten das Erwärmen deſſelben merklich erleichtern und beſchleunigen.

Ist dagegen die Flamme ein Nichtleiter der Wärme, so wird ihre Wirkung genau der eines heifsen Windes gleichen; und dann wird es folglich viel auf die Art und Weise ankommen, in der man sie gegen den zu erwärmenden Körper wirken läfst. Nur die Theilchen desselben, die mit dem Körper in wirkliche Berührung kommen, werden ihm dann Wärme mittheilen können, und je gröfser die Anzahl der verschiedenen ihn berührenden Theilchen der Flamme ist, desto gröfser wird auch die Quantität der mitgetheilten Wärme werden. Da dieses nun wirklich der Fall ist, so erhellt hieraus, wie richtig es ist, die Flamme mit Gewalt gegen den zu erwärmenden Körper dringen und auf eine solche Art gegen ihn schlagen zu lassen, dafs ihre Ströme gebrochen und Wirbel in ihnen gebildet werden. Denn so wird durch die schnelle Bewegung der Flamme ein lebhaftes Aufeinanderfolgen der heifsen Theilchen veranlafst, und jede Art der innern Bewegung unter den Theilchen der Flamme, mufs sehr kräftig zur Beschleunigung der Wärme-Mittheilung beytragen.

Die Wirkung eines *Löthrohrs* ist bekannt; aber ich glaube nicht, dafs die Art, wie es die Wirksamkeit der Flamme vermehrt, je ist befriedigend erklärt worden. Man nahm allgemein an, dafs der Strom der frischen Luft, der aus dem Löthrohre durch die Flamme getrieben wird, wirklich die Quantität des Wärmestoffs vermehre.

Ich glaube dagegen, dafs der Luftſtrom nur in ſo weit wirkt, als er die wirklich in der Flamme ſchon befindliche Wärme auf einen gegebnen Punkt leitet. Ein Luftſtrom kann, ſo fern er nicht zu gleicher Zeit zerſetzt wird, keine Wärme erzeugen; um aber im Feuer zerſetzt zu werden, müſste er mit dem brennenden Brennmaterial, oder zum wenigſten mit dem noch unentzündeten, aber verbrennlichen Dampf, der vom Brennmaterial aufſteigt, in Berührung gebracht werden. — Aber läſst es ſich wol denken, dafs in der klaren, glänzenden, völlig durchſichtigen Flamme eines Wachslichts, ſich noch eine entzündliche Subſtanz befinden könne, die noch nicht entzündet wäre? — Das Löthrohr hat aber doch dieſelbe Wirkung, wenn es gegen die klare Flamme eines Wachslichts gerichtet wird, als wenn man es zur Vermehrung der Wirkſamkeit einer gewöhnlichen Glasmacher-Lampe gebraucht.

Da ich einſah, dafs die Entdeckung der Art, wie der Luftſtrom eines Löthrohrs die innre Wirkſamkeit der Flamme vermehrt, auch viel Licht auf die Erforſchung der Wirkungsart, wie die Flamme den Körpern Wärme mittheilt, werfen müſſe; ſo machte ich folgende Verſuche, deren Reſultate nach meiner Meinung entſcheidend ſind.

Ob der aus einem Löthrohre gegen die Flamme gerichtete Luftſtrom zur Vermehrung ihrer

Wirkſamkeit nur dadurch beyträgt, daſs er ihre wirkende Kraft auf den Körper, gegen welchen ſie getrieben wird, vergröſsert, oder dadurch, daſs er wirklich die bey der Verbrennung des Brennmaterials erzeugte Quantität des Wärmeſtoffs vermehrt, oder wieviel davon auf Rechnung einer jeden dieſer beiden Urſachen zu ſchreiben iſt, dieſes auszumachen, fiel mir folgende Methode ein. Ich füllte eine groſse Blaſe, die über eine Gallone enthielt, mit Luftſäure, welche, wie bekannt, zur Erhaltung des Feuers ganz untauglich iſt, und die folglich, auf eine Flamme geblaſen, dieſer ſicher nichts von Wärmeſtoff geben kann. Bringt nun, ſchloſs ich, ein mit ſolcher Luft angeblaſenes Löthrohr auf die Flamme nahe dieſelbe Wirkung hervor, als wenn es mit gemeiner Luft angeblaſen wird; ſo dient dies zum deutlichſten Beweiſe, daſs die durch das Löthrohr vermehrte innere Wirkſamkeit der Flamme, der innern Bewegung derſelben, ihrer Richtung auf einen Punkt, der Gewalt, mit der ſie dadurch gegen den zu erwärmenden Körper zu ſchlagen gezwungen wird, und dem ſchnellen Aufeinanderfolgen der friſchen Theilchen dieſes heifsen Dampfes, zuzuſchreiben iſt, und nicht irgend einer poſitiven Vermehrung des Wärmeſtoffs.

Ich richtete nun die Oeffnung des Löthrohrs, welches an der mit Luftſäure gefüllten Blaſe befeſtigt war, gegen die klare, helle Flamme eines eben erſt geputzten Wachslichtes, und trieb durch

Zuſammendrücken der Blaſe die Flamme gegen eine kleine Glasröhre, welche ſehr ſchnell rothglühend wurde und ſchmolz. Die Zeit, in der dieſes geſchah, wurde im Mittel aus mehreren Verſuchen beſtimmt, und darauf der Verſuch mit atmoſphäriſcher Luft an demſelben Lichte und mit demſelben Apparate wiederholt. Das Reſultat blieb ganz daſſelbe, ohne daſs die Wirkung, ſo viel ich bemerken konnte, gröſser, als mit Luftſäure, geweſen wäre. Dieſes beweiſt daher offenbar, daſs die durch ein Löthrohr vermehrte Wirkſamkeit der Flamme nicht einer wirklichen Vermehrung des Wärmeſtoffs, welchen Luftſäure nicht hergeben kann, ſondern allein der vermehrten Kraftäuſserung der Flamme zuzuſchreiben iſt, die aus der Gewalt, mit der ſie getrieben wird, und aus den Wirbeln entſteht, in denen ſie auf der Oberfläche des Körpers, gegen den ſie ſpielt, gebrochen wird. Doch lieſs ich es bey dieſen Verſuchen noch nicht bewenden, ſondern wiederholte und veränderte ſie auf verſchiedene Art, indem ich die Blaſe einmal mit Luftſäure, dann mit atmoſphäriſcher Luft, mit Lebensluft oder mit Stickluft füllte, welche ich durch Anbrennen eines Lichts in gemeiner Luft bis zum Verlöſchen erhalten hatte. Alle dieſe Verſuche gaben daſſelbe Reſultat, und beſtätigten den Schluſs, daſs die Wirkung eines auf dieſe Art gebrauchten Löthrohrs blos der Richtung und der Gewalt, die es der Flamme giebt, und nicht einer wirklichen Vermehrung des Wärmeſtoffs zuzuſchreiben iſt. Ver-

langt man daher durch Anblaſen des Feuers die innere Stärke ſeiner *Wärme* zu vermehren, ſo muſs man den Luftſtrom in der Art anbringen, daſs er das Verbrennen befördert: er muſs auf die entzündete Oberfläche des brennenden Brennmaterials geleitet werden, und nicht gegen den davon aufſteigenden rothglühenden Dampf oder gegen die Flamme, in welcher ſehr wahrſcheinlich der Proceſs des Verbrennens bereits vollkommen vollendet iſt; und in dieſem Falle leidet es keinen Zweifel, daſs die Wirkung des Anblaſens ganz von der Beſchaffenheit der Luft abhängt, deren man ſich dabey bedient.

Die Reſultate der vorhergehenden Verſuche mit dem Löthrohre ſind unſtreitig entſcheidend, und die Vortheile, die aus der Kenntniſs dieſer Sache flieſsen, ſpringen in die Augen. Wenn die Flamme, oder der rothglühende, von brennenden Körpern ſich erhebende Dampf, ein Nichtleiter der Wärme iſt; und wenn, um ſeine Wärme andern Körpern mittheilen zu können, es nothwendig iſt, daſs ſeine Theilchen, vereinzelt, in wirkliche Berührung mit dieſem Körper gebracht werden; ſo iſt es klar, daſs die Geſtalt des Kochgefäſses und der Feuerſtäte Gegenſtände von der gröſsten Wichtigkeit ſind, und daſs die Geſtalt die vortheilhafteſte ſeyn müſſe, die die gröſste innere Bewegung in der Flamme veranlaſst, ſo daſs die gröſstmöglichſte Anzahl ihrer Theilchen nacheinander mit dem zu erwärmenden Körper in Berüh-

rung kommt. Das Kochgefäfs mufs daher nicht allein die gröfstmöglichfte Oberfläche haben; fondern feine Geftalt mufs auch fo feyn, dafs fie die umgebende Flamme, mit Gewalt gegen daffelbe einzudringen, fich gegen daffelbe zu brechen, und in Wirbeln und Strudeln über feine Oberfläche zu fpielen, zwingt.

Es mufs daher die Hauptkraft der Flamme gegen den Boden des Kochgefäfses und nicht gegen die Seiten gerichtet werden. Denn, wenn man die Flamme an den fenkrechten Seiten des Kochgefäfses frey in die Höhe fteigen läfst, fo gleitet fie fehr fchnell längs der Oberfläche hin, und findet da kein Hindernifs, an dem fie fich in Strudel und Wirbel brechen müfste. Sie flieíst fo ruhig fort, wie ein Waffertrom in einem ebenen Kanale, und die heifsen Dampftheilchen, welche unterwärts an die Seiten des Kochgefäfses anliegen, und von dem aufwärts treibenden Strom beftändig fort an daffelbe angedrückt werden, halten die andern heifsen Theilchen von der Berührung des Kochgefäfses ab. Auf diefe Art geht bey weitem der gröfste Theil der in der Flamme befindlichen Wärme, anftatt dem Kochgefäfse fich mitzutheilen, durch den Rauchfang davon, und ift gänzlich verlohren. Wie aufserordentlich anfehnlich diefer Verluft der Wärme ift, der aus der fehlerhaften Geftalt der Kochgefäfse und ihrer Feuerftäte entfpringt, das will ich im folgenden Abfchnitte zeigen.

4) *Ungefähre Berechnung, wie viel Brennmaterial bey der gewöhnlichen Behandlung des Feuers in den Küchen unnütz verschwendet wird.*

Dafs aus Unwiſſenheit und forgloſer Behandlung des Feuers ein groſser Theil der Brennmaterialien in allen Gegenden unnütz verſchwendet wird, iſt allgemein bekannt; dafs aber dieſe Verſchwendung volle *ſieben Achtel* der Würme beträgt, die mit dem wirklich verbrauchten Brennmaterial erzeugt wird, oder bey gehöriger Behandlung daraus hätte erzeugt werden können, das werden vielleicht nur wenige glauben, und doch iſt dieſes das Reſultat der aufmerkſamſten Beobachtung und vieler Verſuche, die ich hierüber angeſtellt habe.

Da die Quantität der Wärme, die durch eine beſtimmte Quantität irgend eines gegebnen Brennmaterials erzeugt werden kann, nicht bekannt iſt, man alſo keinen feſten Maafsſtab hat, um aus Vergleichung der Reſultate eines Verſuchs das Verhältnifs der nützlich verwandten und der verlohrnen Wärme zu erfahren; ſo ſchlug ich bey meinen Verſuchen folgenden Weg ein. Anſtatt die Quantität der Wärme ausfindig zu machen, die bey irgend einer gegebnen Operation verlohren geht, bemühte ich mich, zu erforſchen, mit wie viel weniger Brennmaterial, mit Hülfe einer vortheilhaftern Behandlung des Feuers und einer beſſe-

ren

ren Einrichtung der dazu nöthigen Maſchinerie wohl dieſelbe Operation könnte ausgeführt werden. Die ökonomiſchen Einrichtungen verſchiedener groſsen öffentlichen Anſtalten, die ſeit den letzten ſieben Jahren (1790 bis 1797) unter meiner Aufſicht in Bayern angelegt wurden, beſonders des Induſtriehauſes in München und der Militärakademie für 180 junge Leute, gaben mir eine ſehr günſtige Gelegenheit, meine Ideen über die Behandlung des Feuers in wirkliche Ausführung zu bringen, und ſetzten mich in Stand, nach den vielen ins Groſse getriebenen, oft veränderten und wiederholten Verſuchen, die wirkliche Wichtigkeit der eingeführten Verbeſſerungen behaupten zu können. Während dieſer ſieben Jahre wurde die Feuerſtäte der Küche des Induſtrie-Hauſes dreymal, und die der Militairakademie zweymal gänzlich niedergeriſſen und von neuem gebaut; noch öfter wurde die Form der Kochgefäſse und die innere Einrichtung der Feuerſtäte verändert. — Folgendes ſind Reſultate von Verſuchen, die ich ſelbſt mit der gröſsten Sorgfalt angeſtellt habe.

Verſuch 1. *und* 2. Ein der Küche der Militairakademie gehöriges Kupfergefäſs, deſſen Durchmeſſer oben 22, unten $19\frac{1}{2}$ rheinl. Zoll betrug, 14 Zoll tief und 50 ℔ bayr. Gewicht (61. 92 ℔ *avoirdupois*) ſchwer, wurde mit 95 baier. Maſsen oder 187 ℔ Waſſer (28 engliſchen Wein-Gallonen oder 232,58 ℔ *avoirdupois*) gefüllt, welches die

Temperatur von 58° F. hatte, und ſo auf ſeine Feuerſtäte geſetzt. Darauf wurde unter dem Kochgefäſse mit trocknem Büchenholze gefeuert, das Waſſer zum Kochen gebracht, und darin zwey Stunden erhalten. Darauf wurde daſſelbe Kupfergefäſs völlig unter gleichen Umſtänden auf einen Dreyfuſs in einer Privatküche geſetzt, das Feuer mit demſelben Holze ſo ſparſam als möglich angelegt, und das Waſſer wiederum 2 Stunden lang im Kochen erhalten. Die Reſultate dieſer Verſuche waren folgende:

Man brauchte,	in der Küche der Milit. Akad. Zeit	in der Küche der Milit. Akad. Holz	in der Privat-Küche Zeit	in der Privat-Küche Holz
um das Waſſer zum Kochen zu bringen	1St. 1′	11 ℔	1St. 31′	45 ℔
um es darin zu erhalten	2St.	2½ ℔	2St.	17½ ℔
überhaupt	3St. 1′	13½ ℔	3St. 31′	62½ ℔

Da bey dieſen Verſuchen alles ſich gleich war, ſo iſt es klar, daſs die verſchiedenen Quantitäten des verbrauchten Holzes, 13½ und 62½, die verhältniſsmäſsigen Vortheile der bey der Behandlung des Feuers angewandten Methoden zeigen, und wie viel Brennmaterial bey der gewöhnlichen Art der Küchen-Feuerung unnütz verſchwendet wird. Doch dieſer Verluſt iſt in der That noch gröſser. Denn bey dem zweyten Verſuche, wo das Kochgefäſs über ein offenes Feuer geſtellt war, trug man die gröſste Sorgfalt, das Feuer auf die vortheilhafteſte Art anzulegen, worauf man gewöhnlich ſehr wenig Aufmerkſamkeit wendet.

Bey den verſchloſſenen Feuerſtäten von einer guten Bauart kann dagegen der eigentliche Ort des Brennmaterials nicht verfehlt werden; und die Unwiſſenheit und Nachläſſigkeit derer, die das Feuer beſorgen, kann daher keine beträchtliche Verſchwendung des Brennmaterials veranlaſſen; kein unwichtiger Vortheil dieſer Art von Feuerſtäten.

Verſuch 3. *und* 4. Eine groſse kupferne Bratpfanne, deren Durchmeſſer oben $11\frac{1}{4}$, unten $10\frac{3}{4}$, und deren Tiefe $3\frac{3}{4}$ Zoll betrug, wurde mit 4 Maaſs Waſſer, deſſen Temperatur 58° F, und deſſen Gewicht $7\frac{15}{16}$ ℔ war, auf ihre verſchloſſene Feuerſtäte geſetzt, darunter mit kleinen, ohngefähr 4 Zoll langen Stücken von trocknem Büchenholz Feuer angemacht, und das Waſſer zum Kochen gebracht und zwey Stunden darin erhalten. Darauf wurde dieſelbe Bratpfanne unter gleichen Umſtänden auf einem Dreyfuſs über ein offnes Feuer geſetzt; und das Waſſer darin auch 2 Stunden lang gekocht.

	über der verſchloſſenen Feuerſtäte		über offnem Feuer	
Man bedurfte	Zeit	Holz	Zeit	Holz
um das Waſſer zum Kochen zu bringen	12′	1 ℔	28′	6 ℔
es darin zu erhalten	2St. —	$\frac{3}{4}$ ℔	2St.	$5\frac{1}{2}$ ℔
überhaupt	2St. 12′	$1\frac{3}{4}$ ℔	2St. 28′	$11\frac{1}{2}$ ℔

Der Unterſchied in den Reſultaten dieſer beiden Verſuche iſt beynah derſelbe, wie bey den vorhergehenden, und ſie zeigen ebenfalls, daſs beym Kochen über einem offenen Feuer, beynah fünfmal mehr Brennmaterial erfodert wird, als wenn die Wärme in einer verſchloſſenen Feuerſtäte zuſammengehalten und ihre Wirkſamkeit gehörig angewendet wird. Da aber auch hier wieder das Brennmaterial mit der gröſsten Sorgfalt angelegt wurde, ſo iſt es deutlich, daſs bey der gewöhnlichen Kocherey dieſer Unterſchied noch weit gröſser iſt.

Aus mehreren Berechnungen, die ich mit der gröſsten Genauigkeit über die in den Küchen verſchiedener Privatfamilien verbrauchte Quantität des Brennmaterials, in Vergleich mit den dadurch zubereiteten Arten von Speiſen, angeſtellt habe, erhellet, daſs durch meine Verbeſſerungen zum wenigſten *neun Zehntel* des wirklich verbrauchten Holzes hätten erſpart werden können.

Aber nicht allein die Küchen mit offenen Feuerſtäten, ſondern auch die mit verſchloſſenen, und überhaupt alle Arten derſelben, die ich kenne, ſind noch einer groſsen Verbeſſerung fähig. Doch davon im nächſten Abſchnitt.

Digitized by Google

VI.

Ein merkwürdiger HOF UM DEN MOND;

beſchrieben

von

WILL. HALL

aus Whitehall *).

In der Nacht am 18ten Februar 1796. zeigte ſich zu Whitehall, unweit Berwick, ungefähr um 10 Uhr, ein ſonderbarer Hof um den Mond, wie ihn Taf. IV. Fig. 8. vorſtellt. Der Mond war etwas über halb voll, ſtand ungefähr in Südweſt beynahe 54° hoch, und hatte zwey Höfe: einen kleinen, der vollkommen rund, mit dem Monde concentriſch, und zwiſchen 8 bis 12° im Durchmeſſer zu ſeyn ſchien; und einen gröſsern, der durch den Mittelpunkt des Mondes ſelbſt ging, den kleinern durchſchnitt, und ſich rings am Himmel in geneigter Lage umherzog. Der höchſte Punkt dieſes gröſsern Hofes war der Mond ſelbſt, und der niedrigſte gegenüberſtehende Punkt deſſelben ſchien nur 14° über den Horizont erhaben zu ſeyn, ſo daſs der Durchmeſſer dieſes Hofes 112°

*) Aus den *Transact. of the R. Soc. of Edinb. Vol. 4. p.* 173.

einnahm. Ob er völlig kreisrund war, darüber läfst sich nichts entscheiden, da ich nicht verschiedne Durchmesser desselben messen konnte; weil er indefs den andern Hof unter einem kleinern Winkel als hier in der Zeichnung zu durchschneiden schien, so mochte er vielleicht etwas elliptisch seyn. Zu genauen Messungen war mir grade kein Winkelmesser bey der Hand; ich machte mir aber einige Merkmale, so gut ich konnte, und mafs mittelst dieser die Winkel des andern Tags; und nach dieser Messung ist die Zeichnung gemacht, welche den Mond und beide Höfe auf den Horizont projicirt, in ihrer scheinbaren Lage und Breite, getreu darstellt.

Der kleinere Kreis war merklich hell, besonders zu *West-Reston*, 5 engl. Meilen nördlich von hier, dem einzigen Ort, wo man den Hof auch noch gesehn, und wo es geschienen hatte, als ob er Flammen aussendete. Auch war der kleinere Hof dort weit länger sichtbar, als hier, wo ein dünnes wollenähnliches Gewölk ihn bald zerstörte, indefs der gröfsere Hof auch hier fast eine Stunde lang gesehn wurde. Die Breite beider Ringe ist in der Zeichnung ziemlich nach Verhältnifs, doch eher etwas zu breit, dargestellt. Das Licht beider war weifslich und beträchtlich glänzend, aber ohne Farben; der gröfsere war der minder helle, besonders blafs da, wo er den kleinen Hof durchkreuzte, und gegen Norden etwas dunkel.

Die Witterung war für die Jahrszeit aufserordentlich mild, befonders am Tage, als fich der Hof zeigte; und der Himmel den ganzen Tag über, und auch am Abend, fehr hell; nur zur Zeit des Hofes war es etwas neblig, vorzüglich nach Norden; doch hinderte das nicht, dafs der Mond hell fchien, und dafs man die Sterne, felbft innerhalb des kleinern Hofs, wahrnahm. Der Wind wehte gar nicht, oder doch nur fehr fchwach.

Diefer Hof gehörte, wie man ficht, zu den fogenannten *coronis*, und gleicht in etwas dem berühmten Hof um die Sonne, der 1629 zu Rom gefehn und von *Scheiner* befchrieben wurde. Die fchiefe, gegen den Horizont geneigte Lage des grofsen Hofs, der füdweftlich 54°, nordöftlich 14° hoch war, läfst fich mit Huyghens Theorie fchwerlich vereinigen, welcher gemäfs folche Ringe parallel mit dem Horizont gehn müfsten. Grade fo erfcheint in Scheiners Zeichnung der Hof um die Sonne zu Rom; und es ift daher wahrfcheinlich eine falfche Conjectur, wenn Huyghens diefe Zeichnung dahin verändert, dafs der Hof parallel mit dem Horizonte liegt.

VII.

Eine seltene Lufterſcheinung;

beſchrieben

vom

HERAUSGEBER.

Herr Profeſſor *Wilſe* in Norwegen, Pfarrer zu Edsberg bey Friedrichshold, der durch ſeine topographiſchen und itinerariſchen Aufſätze über Norwegen, und durch ſeine Witterungsbeobachtungen als Mitglied der Mannheimer meterologiſchen Societät rühmlich bekannt iſt, erwähnt in einem Aufſatze über ſeine meteorologiſchen Beobachtungen in Norwegen *) einer *leuchtenden Erſcheinung über der untergehenden Sonne*, von der ihm nie etwas in Büchern vorgekommen iſt. „Ein ſenkrechter, etwa 2 Grad breiter *Strahl*, nach oben zu verengert, ſteigt 30 bis 50 Grad über die untergehende Sonne herauf, fängt bald

*) *Aeſthetiſche, mahleriſche und meteorologiſche Beobachtungen über Lufterſcheinungen, beſonders in Norwegen, mit einer nähern Anwendung auf Nebenſonnen und Sonnenringe und ihre Prognoſtica, nach eigner Erfahrung aufgeſetzt*; ein Aufſatz, den er der Göttinger Societät mitgetheilt hat, und der noch ungedruckt zu ſeyn ſcheint. (Gött. gel. Anz. 1794. St. 149.)

nach Untergang der Sonne an, dauert 10 bis 30 Minuten, und verliert ſich nachdem allmälig von oben herunterwärts. Der Tag zuvor iſt meiſt heiter; dreymal folgte ſo etwas auf eine Nebenſonne, einmal auf einen Sonnenring. Wenn farbige, nicht gar zu dicke Wolken darüber ſchweben, gehn die Strahlen darüber in die Höhe hinauf, und ihre farbige Röthe iſt viel blendender, als der Wolke ihre; alſo iſt der Schauplatz in dem untern Theile des Dunſtkreiſes.„

Sowohl den 25ſten als den 26ſten Auguſt 1796. hat dieſes artige Phänomen ſich auch hier bey uns in Halle gezeigt. Am letzten dieſer Tage befand ich mich zufälliger Weiſe kurz nach Untergang der Sonne auf freyem Felde, und konnte daſſelbe mit aller Muſse betrachten. Drey mattröthliche Strahlen ſchienen von der ſchon untergegangnen Sonne auszufahren. Sie waren, wie Hr. Wilſe ſie beſchreibt, unterwärts jeder etwa 2 Grade breit, verengerten ſich nach oben zu, doch nicht viel, und zeigten ſich höchſtens in einer Länge von 15 bis 20 Graden. Der am deutlichſten ſichtbare ſtieg ſenkrecht empor; daneben zu jeder Seite ein andrer Strahl. Der an der ſüdlichen Seite, ſo nahe bey dem ſenkrechten, daſs beide nur durch ein Kugelſegment von etwa 8 Graden getrennt wurden. Dieſes Kugelſegment zeigte ſich im ſchönſten Blau, war bis zu ſeiner Spitze herab (die einige Grade über dem Horizonte hing) aufs deutlichſte zu erkennen, und zog durch den ſtar-

ken Contraſt mit dem Lichtſchimmer beider Strahlen zuerſt meine Aufmerkſamkeit auf dieſe Erſcheinung. Der nördliche Strahl mochte gegen den ſenkrechten unter einen Winkel von 40 Graden geneigt ſeyn, fiel jedoch weniger als die beiden erſten in die Augen. Am ganzen weſtlichen Himmel zeigte ſich das nach Sonnenuntergang gewöhnliche weiſsliche Licht, das aber weit matter als der Schimmer der Strahlen war, und das Blau des Kugelſegments nicht ſchwächte. Ich ſah das Meteor etwa 10 Minuten lang; doch mochte es ſchon eine Zeitlang am Himmel ſtehn, ehe ich es wahrnahm. Als es verſchwunden war, ſtand am weſtlichen Himmel eine grauliche Wolke, die ich zuvor wegen des Lichtſchimmers nicht ſo deutlich wahrgenommen hatte. Der Tag war ſehr heiſs, völlig heiter, doch windig; der Abend empfindlich kühl. Meinem Begleiter (Herrn Prof. Morgenſtern in Danzig), den ich auf die Erſcheinung aufmerkſam machte, erſchien ſie völlig ſo wie mir. An einem der folgenden Tage hörte ich, daſs auch den 25ſten ſich ein ähnliches, vielleicht noch ſchöneres Phänomen ereignet habe. Maurer, die in einem Hauſe gearbeitet hatten, äuſserten gegen den Hausherrn, es ſey doch wunderbar, daſs die ſchon untergegangne Sonne noch helle Strahlen geworfen habe.

Herr *Wilſe* erzählt, „er habe dergleichen einigemal beobachtet, und eine Nachricht davon dem *Herrn von Beguelin*, Mitglied der Preuſsiſchen

Akademie der Wiſſenſchaften, der genaue meteorologiſche Tagebücher hielt, überſandt. Dieſer habe es für das Zodiacallicht gehalten *), das könne es aber nicht ſeyn, da es ſich meiſt zu andern Zeiten als um die Zeit der Nachtgleichen ereignet habe."

Des Herrn *von Beguelins* Meinung beweiſt, daſs er weder dieſe Erſcheinung, noch das *Zodiacallicht* je ſelbſt geſehn habe. Vom Zodiacallichte iſt das Phänomen völlig verſchieden. Es zeigt ſich unmittelbar nach Untergang der Sonne, und dauert höchſtens 30 Minuten; das Zodiacallicht hingegen wird erſt drey Viertelſtunden nach Untergang der Sonne ſichtbar. Jenes ſind abgeſtumpfte Strahlen, ſcharf begränzt, und durch ihr helles Licht unverkennbar. Dieſes zeigt ſich linſenförmig zugeſpitzt, als ein ſo matter ungewiſſer Schimmer, daſs, ſo aufmerkſam ich auch ſeit vielen Jahren auf dieſe Erſcheinung geweſen bin, es mir doch noch immer zweifelhaft iſt, ob ich wirklich das Zodiacallicht ſchon geſehn habe.

Zwar bemerkte ich nicht ſelten zur Zeit der Sichtbarkeit deſſelben einen weiſslichen matten Lichtſchimmer ungefähr in der Lage des Thierkreiſes; doch verlief ſich dieſes Licht immer ſo in den dunkeln Theil des Himmels, daſs nichts von einer linſenförmigen Geſtalt zu erkennen war, und ſchien ſo ungewiſs, daſs andre, die ich dar-

*) *Hiſtoire de l'Academie de Pruſſe A.* 1782. *p.* 15.

auf aufmerksam machte, bald gar nichts, bald nichts anderes, als den gewöhnlichen Abendschimmer heller Sommernächte, zu sehn behaupteten.

Unter 93 Erscheinungen von Nebensonnen, Sonnenringen und Mondringen, die Hr. *Wilse* in Norwegen beobachtete, waren nur 8, auf welche kein übles Wetter erfolgte. Hier sind zwar Mondringe nicht selten, allein Nebensonnen habe ich noch nie, und nur einen einzigen Sonnenring gesehn, der allerdings auch Vorbote von schlechtem Wetter war. Eben das war das oben beschriebne Meteor. Vor dem 25sten und 26sten August hatten wir Wochenlang heiteres sehr heisses Wetter gehabt. Am 27sten stellte sich ein Regen ein, der den ganzen Nachmittag und die Nacht hindurch währte, und das trübe kalte Wetter mit täglichem Regen und vielen Gewittern hält noch jetzt an, (den ersten September 1796, als dieses geschrieben wurde, und dauerte, wenn ich nicht irre, selbst noch längere Zeit fort.)

Dieser Umstand scheint zur Erklärung des Phänomens genutzt werden zu können. Dass einige Zeit vorher, ehe Regenwetter sich einstellt, grosse Veränderungen in der Atmosphäre, wenn sie uns gleich nicht sichtbar sind, vorgehn müssen, zeigen die Veränderungen am Barometer. Wahrscheinlich wird dabey auch die Dichtigkeit der Luft stellenweise merklich verändert; zugleich an diesen Stellen die brechende Kraft, welche die Luft auf Lichtstrahlen ausübt. Dass

aber, wenn ein brechendes Mittel von ungleicher Dichtigkeit ist, sich ähnliche Phänomene ereignen, ist den Optikern bekannt.

Oft zeigen sich durch fehlerhafte achromatische Gläser Lichtstreifen. Das ist dem Künstler ein Zeichen, dass das Flintglas, welches er dazu angewandt hat, von ungleicher Dichtigkeit ist, und dass die dem Flintglas beygemischten metallischen Bestandtheile sich nicht gleichförmig mit der Glasmasse vermischt haben. *Blair* *), ein Schottländischer Physiker, füllte zwischen zwey Convexgläsern von Kronglas flüssige Spiessglasbutter, die so Gestalt und Eigenschaften einer Hohllinse im achromatischen Objectiv bekam. In ein Fernrohr eingesetzt, zeigte ein solches Objectiv zwar farbenlose Bilder; allein da man es nach der Venus richtete, schienen vom Rande der Venusscheibe nach verschiednen Richtungen Lichtströme wie Kometenschweife auszufahren. Sie verginngen so ziemlich, wenn man das Objectiv schüttelte, kamen aber bald wieder. Zuletzt zeigten sich den blossen Augen breite Adern in der Spiessglasmasse, und diese Ungleichheiten waren es, welche die Erscheinung bewirkten.

Grade so konnten vielleicht, wenn die Strahlen der schon untergesunknen Sonne auf die her-

*) *Transactions of the Royal Society of Edinburgh, Vol.* 3. 1794.

abwärts ſich verdichtenden concentriſchen Luftſchichten auffielen, bey Ungleichheiten in der Dichtigkeit einer und derſelben Schicht (die nahe auf der Erde unſtreitig gröſser als in der Höhe ſind), jene helle Lichtſtrahlen, die aus der Sonne auszugehn ſchienen, als Vorboten von Regenwetter entſtehn.

Uebrigens verdient aus der angeführten Nachricht vom Wilſeſchen Aufſatze noch bemerkt zu werden, daſs die 93 darin verzeichneten Lufterſcheinungen aus 30 *Nebenſonnen*, 62 *Sonnenringen* und 1 anſehnlichen *Mondringe* beſtehn. Kälte, Abwechslung von Bergen und Thälern, weit in das Land eintretende Meeresbuchten, ſchnelle Abwechſelung der Temperatur (im April und May oft um 20° Reaum. von 5 Uhr Morgens bis 2 Uhr Nachmittags) ſind wahrſcheinlich Urſach, daſs dieſe und ähnliche Meteore in Norwegen ſo viel häufiger, als in den heiſsern Ländern wahrgenommen werden.

„Zu Spydeberg ſah Herr Wilſe gewöhnlich nach Nachtfröſten die dicken Dünſte des Stroms *Glommen* wie eine ausgeſtreckte Wolke, welche die jenſeitige Landſchaft in der Luft zu tragen ſchien; — und den 27 Juni 1789. nahm er um 11 Uhr Nachts auf einer Reiſe von Spydeberg nach Chriſtiania eine ſchöne Landſchaft in der Höhe in den Wolken abgebildet wahr.„ Leſer der vorigen Aufſätze über die irdiſche Strahlenbrechung werden ſogleich wahrnehmen, daſs *er-*

ſteres nichts anderes als das von Monge, Büſch, Gruber u. ſ. w. beſchriebne Phänomen war, welches mit einer *Spieglung herabwärts* verbunden iſt, die Herr Wilſe vielleicht nur überſah. Was alſo in den Sandwüſten Aegyptens die Erhitzung des brennenden Bodens bewirkte, grade das ſcheint in Norwegen beym Froſte durch Erkältung der Luft über dem wärmer bleibenden Boden bewirkt zu werden, nemlich eine Temperaturerhöhung der Erdfläche über die Wärme der Luft, wodurch die von Gruber erprüfte Strahlenbrechung über erwärmte Flächen ſtark genug wird, ihre überraſchende Phantome zu erzeugen. — Die *letztere* Beobachtung ſcheint eine merkwürdige *Spieglung aufwärts* geweſen zu ſeyn, dergleichen Gruber erwähnt, und es wäre wohl eine nähere Beſchreibung derſelben zu wünſchen.

VIII.

Einiges aus GREN's *nachgelaſſenen Papieren.*

(A. d. Ph. II. 484. Beſchluſs.)

3. *Chemiſche Unterſuchung des Amalienbades zu Morsleben im Magdeburgiſchen.*

A) *Unterſuchung des rohen Waſſers.*

Ich erhielt das Waſſer zu meiner Unterſuchung in gut verwahrten und ganz damit angefüllten ſteinernen Flaſchen.

Das ſpecifiſche Gewicht deſſelben fand ich bey 13° R. 1,00042, alſo nur wenig vom deſtillirten Waſſer verſchieden; ein Beweis, daſs es bey ſeinem ſtarken, ſchon durch den tintenhaften Geſchmack merkbaren Eiſengehalt, wenig andere Subſtanzen aufgelöſt enthielt. Es war völlig klar und farbenlos, der Geruch etwas hepatiſch, und, ſetzte man es der Luft aus, ſo überzog es ſich mit einer dünnen Haut, und lieſs, nachdem viel Luft ſich entwickelt hatte, einen gelben Niederſchlag fallen. Um die Quantität ſeiner Beſtandtheile zu erfahren, unterſuchte ich es mit folgenden *gegenwirkenden Mitteln.*

1) *Lackmustinctur* wurde davon ſogleich geröthet, nach Erwärmung des Waſſers aber wieder blau.

2) *Fernambucpapier* wurde vom Waſſer nicht verändert, und nur erſt ſpät zeigte ſich ein etwas dunklerer Teint ſeiner Farbe.

3) *Cur-*

3) *Curcumapapier* blieb unverändert.

4) *Concentrirte Vitriolsäure* brachte keine Veränderung zuwege, ausser dass sich einige Luftbläschen entwickelten.

5) *Zuckersäure* machte erst nach 24 Stunden einen äusserst geringen weissen Niederschlag.

6) *Zuckersaures Gewächsalkali* brachte zwar sogleich einen weissen, aber doch nicht sehr beträchtlichen Niederschlag zuwege.

7) *Aetzendes Mineralalkali* dazu getröpfelt, bewirkte einen dunkel olivengrünlichen Niederschlag, der nach 24 Stunden gelblich war.

8) *Aetzendes Ammoniak* machte einen schwärzlichgrünen Niederschlag.

9) *Kalkwasser.* Es wurden gleiche Theile von beiden mit einander vermischt. Es entstand sogleich eine Trübung, und es sonderte sich ein schmutzig grünlicher Niederschlag ab, der in dem offenen Gefässe nach 24 Stunden gelblich war.

10) *Bittersalz* löste sich darin auf, ohne die Klarheit des Wassers im mindesten zu trüben.

11) *Salzsaure Schwererde* bewirkte eine Trübung, und einen weisslichen Bodensatz, doch auch in geringer Menge.

12) *Salpetersaure Silberauflösung* machte einen weisslichen Niederschlag, mit einer darüber stehenden dunkleren Wolke.

13) *Salpetersaure Quecksilberauflösung.* Das Wasser wurde getrübt, und es entstand ein schmutzig weisser Niederschlag.

14) *Reguliniſches Silber.* Eine neue Silbermünze wurde in das Wasser gelegt. Sie war nach 24 Stunden schwach angelaufen.

15) *Eſſigſaure Bleyauflöſung.* Es entſtand ein gelblich weiſser Niederſchlag, der ſich im deſtillirten Eſſige nicht ganz wieder auflöſete.

16) *Weiſser Arſenik.* Einige Gran feingepulverter weiſser Arſenik wurden mit 12 Unzen Waſſer in einer genau verſtopften Flaſche einige Tage lang zuſammen hingeſtellt; ich konnte indeſſen keine Veränderung in gelben Arſenik wahrnehmen.

17) *Seifenſpiritus* machte alles Waſſer ſtark milchigt.

18) *Galläpfeltinctur* brachte ſogleich eine ſchwarze Farbe hervor.

19) *Blutlauge.* Es entſtand Berlinerblau.

20) *Hahnemanns Weinprobe.* Das Waſſer wurde ſchwärzlich.

21) *Arſenikaliſche Schwefelleber* brachte ähnliche Veränderungen hervor.

B. *Unterſuchung des gekochten Waſſers.*

Ich lieſs ſechs Pfunde Waſſer in einem gläſernen Kolben im Sandbade aufkochen, bis etwa ein Pfund verdampft war, und dann wieder erkalten. Es hatte ſich eine Quantität braungelber lockerer Ocher zu Boden geſetzt, und das übrige Waſſer war völlig klar. Ich prüfte das klar abgegoſſene Waſſer durch folgende gegenwirkende Mittel.

1) *Lackmustinctur* blieb unverändert.

2) *Zuckerſaures Gewächsalkali.* Es zeigte ſich erſt ſehr ſpät eine ſchwache Trübung.

3) *Aetzendes Mineralalkali* trübte das Waſſer nicht bemerkbar.

4) *Kalkwaſſer* blieb unverändert.

5) *Salzſaure Schwererde* machte einen geringen weiſsen Niederſchlag.

6) *Salpeterſaure Silberauflöſung.* Es entſtand ein weiſser Niederſchlag.

7) *Galläpfeltinctur.* Sie gab keine Spur eines Eiſengehaltes an.

8) *Seifenſpiritus* machte das Waſſer etwas trübe.

9) *Salpeterſaure Queckſilberauflöſung.* Das Waſſer wurde gelblichweiſs getrübt.

10) Die Auflöſung des reinen ſchwefelſauren Silbers bewirkte einen zarten weiſsen Niederſchlag.

C. *Folgerungen aus den angeführten Verſuchen.*

Schon der ſtarke dintenhafte Geſchmack des Waſſers lieſs ganz offenbar auf einen Gehalt an *Eiſen* ſchlieſsen; die Verſuche *A.* 18. u. 19. ſetzten es auſser Zweifel, ſo wie auch *A.* 7. 8. 9. 20. u. 21. es zeigen. Das Daſeyn der *Luftſäure* erhellet aus *A.* 1. u. 9.; beſonders aus dem Verlauf von *A.* 1. und aus der Vergleichung mit *B.* 1. u. 4. Der Mangel alles Eiſengehalts in dem gekochten und klar vom Bodenſalze abgegoſſenen Waſſer, nach *B.* 7, beweiſt, daſs das Waſſer ein *luftſaures Stahlwaſſer* iſt, daſs es keinen Eiſenvitriol enthält, und daſs das *Eiſen* darin nur allein durch *Luftſäure* aufgelöst iſt.

Die Beſchaffenheit des Eiſens und ſeines Menſtruums in dieſem Waſſer erklären denn nun auch ſehr leicht die Veränderungen, die es erleidet, wenn es an der Luft ſteht, wenn es erwärmt, und wenn es gekocht wird, und geben über den Eiſenocher Aufſchluſs, den es in den Baſſins und Gerinnen fallen läſst.

Die Verſuche von *A.* 2. u. 3. zeigten die Abweſenheit von freyem Mineralalkali; aber *A.* 5. u. 6. be-

wieſen die Anweſenheit von *Kalkerde*, die durch Luftſäure, oder eine andere mineraliſche Säure, aufgelöſt ſeyn konnte. *A.* 11. zeigte die *Vitriolſäure*, folglich *vitriolſaure Kalkerde* an, was ſich durch *B.* 5. beſtätigte. Indeſſen bewieſen die Verſuche mit dem gekochten Waſſer, daſs ein Antheil der Kalkerde, auch durch *Luftſäure* im Waſſer aufgelöst ſey. Die Verſuche von A. 17. u. *B.* 8. zeigten das Daſeyn *erdigter Mittelſalze* überhaupt an; *B.* 4. aber die Abweſenheit jedes Mittelſalzes, das Bittererde oder Thonerde zur Grundlage hat. *A.* 12. 13. u. 15. lieſsen auf *Vitriolſäure* und *Salzſäure* ſchlieſsen, und *B.* 6. u. 9. gaben die Beſtätigung. So wie aber *B.* 5. die Vitriolſäure bewies, ſo gab *B.* 10. die Salzſäure unwiderſprechlich an.

Das *Hepatiſche Gas* des Waſſers gab ſich deutlich durch den Geruch zu erkennen; aber das Anlaufen des Silbers unter dem Waſſer nach *A.* 14. und die Färbung der Niederſchläge aus der Auflöſung des Silbers, Queckſilbers und Bleyes, nach *A.* 12. 13. u. 15., zeigten offenbar darauf hin; indeſſen lieſs doch der Verſuch von *A.* 16. ſchlieſsen, daſs die Baſis dieſes Gas in nicht ſehr beträchtlicher Menge zugegen ſeyn könne.

D. *Scheidung der Beſtandtheile des Waſſers.*

Ich lieſs das Waſſer in einem glatten porzellänenen Napfe, der im Sandbade ſtand, und wenn es nöthig war, mit einem Deckel verſchloſſen werden konnte, nach und nach abdunſten. Ich brauchte die Vorſicht, die Flaſchen, aus denen ich das Waſſer nahm, jedesmal mit deſtillirtem Waſſer nachzuſpülen, um ſo die Eiſentheile, die das Waſſer etwa hätte fallen laſſen, nicht verlohren gehen zu laſſen.

Ich concentrirte auf dieſe Weiſe nach und nach 24 Pfunde Waſſer (zu 16 Unzen deutſches M. G.) bis auf etwa 3 Pfunde.

1) Es hatte ſich eine Menge eines braungelben Ochers geſammelt, und das Waſſer hatte ſein *Eiſen* und ſeine *luftſaure Kalkerde* fallen laſſen. Um dieſe zu ſcheiden, ſchüttete ich alles durch ein Filtrum von ungeleimtem Seihpapier, ſpülte den Napf ſorgfältig mit deſtillirtem Waſſer aus, und ſüſste den Rückſtand im Filtro damit aus.

2) Den im Filtro geſammleten Bodenſatz (1.) übergoſs ich, ehe er noch trocken war, mit verdünntem Königswaſſer. Er löste ſich mit mäſsigem Aufbrauſen darin auf. Die durchgeſeihete und mit deſtillirtem Waſſer aus dem Filtro nachgeſpülte Lauge hatte eine goldgelbe Farbe, und enthielt das *Eiſen* und die *Kalkerde*. Ich ſchied das erſtere durch ätzendes Ammoniak, die letztere durch luftſaures Gewächsalkali, und erhielt an *Eiſen* 12 Gran, und an *luftſaurer Kalkerde* 9 Gran. Daſs die letztere keine Bitterſalzerde enthielt, erhellte daraus, daſs ihre Auflöſung in Salpeterſäure vom Kalkwaſſer nicht getrübt wurde.

3) Das durchgeſeihete Waſſer und die vom Ausſüſsen des Rückſtandes im Filtro (1.) geſammlete Lauge lieſs ich nun in dem porzellänenen Napfe bis zur völligen Trockniſs verdunſten. An der Wand des Gefäſses hatte ſich ein Ueberzug angelegt, der durchs Mikroſkop betrachtet ſpieſsigt ausſahe; auf dem Boden des Napfes befand ſich etwas graulichweiſse, mehr körnige, Salzmaſſe, die nachher wieder etwas Feuchtigkeit anzog. Ich ſammlete dieſen Rückſtand genau zuſammen, ſchüttete ihn in ein kleines Filtrum von Löſchpapier, das in einem kleinen gläſernen Trichter lag, ſpülte den Napf

mit Alkohol rein aus, und goſs die Lauge auf den Rückſtand im Filtro. Die durchgelaufene geiſtige Lauge goſs ich zu wiederholtenmalen wieder aufs Filtrum zurück, und ſüſste zuletzt den Rückſtand darin mit friſchem Alkohol aus.

4) Die durchgeſeihete geiſtige Lauge (3.) lieſs ich in einem auf einer empfindlichen Waage abtarirten kleinen Glaſe auf dem Stubenofen bis zur völligen Trockniſs abdunſten. Sie hatte eine gelbliche Farbe, und gab an zerflieſsbarer Salzmaſſe $7\frac{1}{4}$ Gran. Es war *ſalzſaure Kalkerde*. Denn die Auflöſung davon im deſtillirten Waſſer ſchlug den Silbervitriol nieder, wurde aber mit dem Kalkwaſſer nicht trübe. Sie enthielt folglich auch nichts von Bitterſalzerde oder Thonerde.

5) Der im Filtro gebliebene Rückſtand von der geiſtigen Ausziehung (3.) wog nach dem Trocknen 18 Gran. Er war *vitrialſaure Kalkerde*, oder *Gyps*. Kochſalz konnte ich in ihm nicht entdecken. Glauberſalz oder Bitterſalz konnten aber, ſchon wegen der ſalzſauren Kalkerde (4.), nicht im Waſſer ſeyn.

6) Die aus 24 Pfunden Waſſer erhaltenen feſten Beſtandtheile waren alſo: 12 Gran *Eiſen*; 9 Gran *luftſaure Kalkerde*; $7\frac{1}{2}$ Gran *ſalzſaure Kalkerde*, und 18 Gr. *Gyps*.

7) Jetzt waren nun noch die *flüchtigen* Beſtandtheile des Waſſers zu beſtimmen. Ich brachte zu dem Ende von dem Waſſer aus den am beſten verwahrten Bouteillen in eine gläſerne Retorte, die mit einem langen Halſe verſehen und mit dem pneumatiſchen Apparat verbunden war. Ich füllte die Retorte ganz damit an, und brauchte dazu $21\frac{1}{2}$ Unzen-Maaſse Waſſer. Ich brachte das Waſſer im Sandbade zum Kochen, und erhielt es darin ſo lange, bis

keine Luft mehr überging. Ich erhielt nach Abzug der atmoſphäriſchen Luft 8 Unzen-Maaſse Luftſaures Gas, die vom Kalkwaſſer verſchluckt wurden. Das Waſſer enthält alſo im Pfunde ſehr nahe 5 Unzen Maaſse an *luftſaurem Gas*. Ich bin indeſſen überzeugt, daſs das friſche Waſſer an der Quelle einen merklich gröſsern Gehalt an Luftſäure haben müſſe.

Ohngeachtet der Geruch des Waſſers und die gegenwirkenden Mittel Spuren von hepatiſchem Gas anzeigten, ſo konnte ich doch durch Deſtillation des Waſſers nichts dergleichen, auf keine Weiſe, beſonders darſtellen.

E. *Reſultat dieſer Unterſuchung.*

Aus den bisher erzählten Verſuchen erhellet alſo, daſs das Waſſer des Amalienbrunnens ein *luftſaures Stahlwaſſer*, mit etwas *hepatiſchem Gas* verbunden, ſey; und es enthält

1 Pf. Waſſer (zu 16 Unzen medic. Gew.)

an *Eiſen*	$\frac{1}{2}$ Gr.
luftſaurer Kalkerde	$\frac{3}{8}$ —
ſalzſaurer Kalkerde	$\frac{5}{16}$ —
vitriolſaurer Kalkerde	$\frac{3}{4}$ —
an feſten Subſtanzen überhaupt	$1\frac{5}{16}$ Gr.

an luftſaurem Gas 6 Unzenmaaſse.
an hepatiſchem Gas eine noch unbeſtimmte Menge.

Es gereicht dem Waſſer zu einem ſehr groſsen Vortheil, daſs es bey ſeinem ſtarken Eiſengehalt eine ſo ungewöhnlich geringe Menge anderer Beſtandtheile enthält. So wie der Arzt in ſehr vielen Fällen einfache Arzneymittel den zuſammengeſetztern vorzieht, ſo wie er es da in ſeiner Gewalt hat, ihre weſentlichen Kräfte beſſer beurtheilen, ſie nach Ge-

fallen abändern, verstärken und schwächen zu können; so verdient dieses so reine Stahlwasser gewiss die Aufmerksamkeit der Aerzte, die es zu benutzen Gelegenheit und guten Willen haben. Wenn nicht schon eine mehrjährige Erfahrung den grossen Nutzen beym äussern und innern Gebrauch dieses Wassers bewährt hätte, für welchen auch die öffentliche Empfehlung meines verehrungswürdigen Lehrers, des Hrn. Hofrath *Beireis* in Helmstädt, bürgt, so wird doch jeder rationelle Arzt aus den jetzt zergliederten Bestandtheilen desselben sehr leicht die zahlreichen Fälle beurtheilen können, wo seine Anwendung indicirt ist, und sein nützlicher Gebrauch stattfindet.

Dr. F. A. C. Gren.

ANNALEN DER PHYSIK.

DRITTER BAND., VIERTES STÜCK.

I.

BEOBACHTUNGEN
über die Strahlenbrechung auf erwärmten Flächen;

vom
Abbé TOBIAS GRUBER,
K. K. Kameral-Baudirector in Prag *).

In meinen phyſikaliſchen Briefen aus Krain, die im Jahr 1781. gedruckt wurden, habe ich eines merkwürdigen Phänomens erwähnt, das ich ſowohl auf dem ebnen *Zirknitzer Seeboden*, als in den viele Meilen weiten Ebnen des *Temeswarer Ban-*

*) Ein Auszug aus deſſen *Phyſikaliſcher Abhandlung über die Strahlenbrechung und Abprallung auf erwärmten Flächen*, in den Abhandl. der böhmiſchen Geſellſch. der Wiſſenſch. B. II. und daraus auch beſonders abgedruckt, Dresden 1787. 35 S. 4. Iſt dieſer intereſſante Aufſatz gleich ſchon vor mehrern Jahren erſchienen, ſo ſcheint er doch nur wenig bekannt zu ſeyn, und ich darf hoffen, daſs der Leſer dieſen gedrängten Auszug daraus um ſo weniger für veraltet und

nats, besonders wenn sie sich bis in den Horizont zu verlaufen schienen, häufig wahrgenommen habe. Der Luftkreis schien etwa 6 Fuss hoch über der Ebne so verdickt *) zu seyn, dass er die Strahlen, die hier sehr schief einfielen, nicht hindurchliess, sondern zurückwarf, wodurch sonderbare optische Täuschungen veranlasst wurden. So z. B. zeigten sich von einem Dorfe, das 1000 bis 2000 Klafter entfernt schien, blos die Dächer, einem Wäldchen ähnlich; die über die Ebne hervorragenden Warthügel ohne Grundlage, und die höher emporragenden Gegenstände, Bäume, Gebäude, Thürme u. s. f., weil sie wie auf einer Wasserebene sich spiegelten, in doppelter Gröfse. Ich glaubte grofse Seen in weiter Ferne, die am Horizont wie Meere wurden, zu sehn; näherte ich mich ihnen, so verschwanden sie bald, bald entfernten sie sich immerfort, und wenn ich vom Sitze meines Wagens aufstand, und mich etwa 3 Fuss hoch erhob, nahmen sie ab, oder erschienen gar nicht mehr. Diese Erscheinungen über-

überflüssig halten wird, da vielleicht mancher sich an den Ausdruck der Urschrift und an eine kleine Ueberladung stiefs. Er gehört zu den Hauptschriften in dieser Materie, die spätern Bemerkungen Huddarts, Monges, Vinces u. a. schliefsen sich an ihn aufs beste an, und auch H. Woltmann baut auf ihn im folgenden Aufsatze fort. *d. H.*

*) Hr. Abbé *Gruber* nimmt diesen Ausdruck nachher selbst zurück, da die Dünste die Luft vielmehr verdünnen. *d. H.*

raſchten mich ſehr, bis ich ihre Urſach enträthſelte. Die Reflexion des grauen Himmels giebt der ſpiegelnden Luft das Anſehn von Waſſer, worin ſich die erhabnen Gegenſtände abbilden und noch einmal ſo groſs werden; nach der Beſchaffenheit des Landes zeigen ſich Seen von verſchiednem Umfang, und wenn der Zuſchauer ſich erhebt, wird der Einfallswinkel verringert, und nun hört die Zurückwerfung auf, und die optiſche Täuſchung verſchwindet. Ich bemerkte dieſes meiſt im Frühjahre, und die Luft konnte nur 6 bis 7 Fuſs hoch über der Erdfläche die optiſche Täuſchung bewirken.

Alle Bemerkungen, die ich ſeitdem noch über dieſe Erſcheinungen angeſtellt habe, und die vielen vom Herrn *Prof. Büſch* erzählten Phänomene dieſer Art *) beweiſen: 1) daſs auch unpolirte, rauhe, höckrige, ja gemeine Erdflächen, unter gewiſſen Bedingungen alles das bewirken, was ſpiegelnde Flächen in eben der Lage darſtellen; 2) daſs man dieſes weder eine *Strahlenabprallung* (denn dabey ſpielt grade die Strahlenbrechung eine weſentliche Rolle), noch eine *horizontale* Refraction nennen dürfe, weil es (wie die Folge zeigen wird) auch auf allen andern Flächen unter jedem beliebigen Neigungswinkel gegen den Horizont ſtattfinden kann; 3) daſs der Raum über der

*) Annal. d. Phyſ. III. Aufſatz 3.

Fläche, innerhalb welches dieſe Spieglung vorgehet, nach Verſchiedenheit der Umſtände bald höher, bald niedriger iſt, wie es das Entſtehen, Verändern und Verſchwinden des Phänomens bey einerley Lage des Auges offenbar beweiſt; und 4) daſs bey einer beſtimmten Höhe des ſpiegelnden Luftraums auch das Auge eine beſtimmte Höhe hat, innerhalb welcher die Erſcheinung im weiteſten Umfange ſichtbar iſt, abnimmt und verſchwindet; je mehr das Auge ſich in dieſer Höhe erhebt, deſto weiter ſcheint das Bild in die Ferne zu gehn, bis es ganz verſchwindet.

Nach vielem vergeblichen Umherſehn nach einem Orte, wo dieſe Erſcheinung ſich genauer unterſuchen lieſse, fand ich ihn unvermuthet im Fenſter meiner Wohnung, aus welchem ich den Fries und den Vorſprung des Architravs am dranſtoſsenden Hauſe überſehn konnte. Der Kalkbewurf hatte einige ſanfte Vertiefungen, die 4 bis 5 Linien unter die Ebne hinabgehn mochten, und in dieſen Vertiefungen ſpiegelte ſich die Face eines am Ende ſtehenden Hauſes, ſo oft die Mauer ſtärker als die umgebende Luft erwärmt war. War die Face nicht beleuchtet, und daher dunkler als die Fläche des Frieſes, ſo erſchienen in den Vertiefungen dunkle Streifen; wurde ſie dagegen beleuchtet, ſo zogen ſich hellweiſse Streifen durch die Vertiefungen. Längs der Ebne des Frieſes ſchien eine wallende Atmoſphäre zu ſchweben, die das Höckrige der ſich ſpiegelnden Face nach

einer Richtung ſenkrecht auf dem Frieſe verlängerte. Erhob man das Auge über die Ebne des Frieſes, ſo zog ſich die Spiegelung in die Vertiefungen zuſammen; das Bild entfernte ſich immermehr, wurde dabey kleiner, und verſchwand endlich ganz, wenn die abprallenden oder gebrochenen Strahlen es nicht mehr erreichten, und zwar bey zunehmender Wärme erſt bey weitern Entfernungen *). Bey einem ſanften Winde erweiterte ſich das Bild, und die Umriſſe kamen in eine wellenförmige Bewegung; auch aus Höhen, in welchen es noch unſichtbar war, erblickte man es, ſobald ein Luftzug über den Fries hinfuhr, und es ſchien dann gleich forteilenden Wellen durch die Vertiefungen hinzuziehn. Dieſes Schauſpiel zeigt ſich, wenn die Sonne eine Zeitlang geſchienen hat, jedem, der nicht zu kurzſichtig iſt,

*) Die kleinſte und die gröſste Erhebung über der Ebne des Frieſes, bey welcher ich das Bild wahrnahm, war $\frac{1}{4}$ bis $\frac{5}{4}$ Zoll. Die Entfernung des Auges vom Mittelpunkte der Erſcheinung lieſs ſich nicht genau meſſen, iſt auch nach Verſchiedenheit der Temperatur zu veränderlich; ich ſchätze ſie ungefähr auf 4 Klafter, wenn das Auge $\frac{1}{4}$ Zoll über der Ebne des Frieſes ſtand. Das gäbe einen Abprallungswinkel von 3 Minuten, folglich, wenn die Entfernung des Auges von der erwärmten Erdfläche 7 Fuſs betrug, wie in den zuerſt angeführten Erſcheinungen, eine Entfernung des Bildes von 1344 Klaftern, welches recht gut mit meiner Erzählung übereinſtimmt. Gr.

und ich bin überzeugt, dafs es ſich unter gleichen Umſtänden auf allen groſsen Mauerflächen zeigen müſſe. — Der Barometerſtand hat auf dieſe Erſcheinung keinen oder doch nur einen ſehr geringen Einfluſs, denn ſie zeigt ſich bey ſehr verſchiednen Barometerhöhen, und zwar nur dann, wenn die Ebne den gehörigen Grad von Wärme erreicht hat. Das Thermometer hingegen ſtand alsdann, an der Mauer gehalten, ſtets um einige Grade höher, als in der freyen Luft.

Daraus ſchlieſse ich, 1) dafs die Strahlenabprallung oder Brechung blos daher entſtehe, weil die Mauer ſtärker als die umgebende Luft erwärmt iſt, und dafs ſie bey zunehmender Temperatur gröſser wird; 2) dafs die Luftſchicht an einer ſolchen ſpiegelnden Ebne *dünner* als die andre Luft ſeyn müſſe; wie man das an dem Aufwärtsſteigen der Lufttheilchen längs der erwärmten Fläche (das ohne Verdünnung derſelben nicht geſchehn könnte), und an der wellenförmigen Bewegung des Bildes, die aufwärts zu gehn ſcheint, deutlich wahrnimmt; und 3) dafs die Strahlenabprallung oder Brechung über der erwärmten Fläche, durch dieſe verdünnte, oſcillirende Luft bewirkt wird, da man ſchon bey jedem Lichte, beym Kohlenfeuer und bey den Dämpfen, die aus dem Schorſteine auffteigen, ſich überführen kann, dafs wärmere Luft die Geſtalt der Gegenſtände verzieht, und in bebende Bewegung bringt.

Hierauf geſtützt, verſuchte ich dieſe Erſcheinung in meinem Zimmer zu bewirken; und das gelang mir völlig. Eine 8 Fuſs lange, 2 Zoll breite und $\frac{1}{2}$ Zoll dicke Eiſenſtange wurde ſo viel als möglich grade gereckt, an einer Seite eben gefeilt, und, um ihr allen Glanz zu benehmen, mit einer ſchwarzen Erdfarbe beſtrichen; darauf über einem Kohlenfeuer erhitzt, und ſo an ihren Enden auf zwey Unterlagen, in ſenkrechter Richtung auf eine queer davorſtehende Wand, die 2 Klafter davon entfernt war, geſetzt. Durch ihre Schwere ſenkte ſich die Stange in der Mitte $2\frac{1}{2}$ bis 3 Linien tief; in der Richtung ihrer Länge war an der Wand ein weiſses Papier befeſtigt, und vor der Stange, 18 Fuſs weit vom Mittelpunkte der Senkung, ein achromatiſches Fernrohr mit einem Stativ geſetzt.

Alle Gegenſtände, die man längs der Kanten der Stange betrachtete, erſchienen in verzogener Geſtalt, als würde ihre Contur von der Oberfläche des Eiſens angezogen. Anfangs wallte die Luft bis auf 6 Zoll über der Stange, und wenn das Auge ſich der Ebne der geſchwärzten Eiſenfläche allmälig näherte, ſo verwandelte ſich plötzlich das Schwarz der Stange in das Weiſs des dahinter hängenden, ſich ſpiegelnden Papiers. Mit abnehmender Wärme des Eiſens zog ſich, bey unverrücktem Augenpunkt, das weiſse Bild in die Mitte der Senkung zuſammen; hier zeigte ſich ein weiſser Queerſtrich, die übrige Stange war ſchwarz. Der Augenpunkt, aus wel-

chem die Erſcheinung zuerſt ſichtbar wurde, lag 9 Linien über der Ebne durch die Endpunkte der Stange. Wurde das Auge bis zu dieſer herabbewegt, ſo verſchwand das Bild, und der Winkel der Sichtbarkeit des Bildes betrug daher 12 Minuten.

Einer der folgenden Verſuche belehrte mich, daſs dieſer Winkel zugleich mit der Wärme abnimmt. Bey einer Entfernung von 42 Fuſs vom Mittelpunkt der Senkung, hatte er, als das Barometer auf 28 Wiener Zoll und 3 Linien, und das Reaumüriſche Thermometer an der Luft auf 11° ſtand, die Gröſsen, welche beyſtehende Tafel angiebt. Während der vier erſten Beobachtungen ſtand ein Fenſter auf; dieſes wurde alsdann zugemacht, und ſogleich verminderte ſich der Winkel der Sichtbarkeit von 9 auf 6 Minuten, ſtieg aber, als vor dem 6ten Verſuche das Fenſter wieder geöffnet wurde, aufs neue auf 9 Minuten; ein offenbarer Beweis, daſs der Luftzug die Sichtbarkeit des Bildes vergröſsert. Doch findet wegen der Oſcillation des Bildes bey dieſen Winkeln keine groſse Schärfe ſtatt. — Als ich bey einem andern Verſuche den weiſsen Streifen, der ſich in der Mitte der Eiſenſtange abbildete, aus verſchiednen Weiten betrachtete, zeigte er ſich aus gröſsern

Wärme der Eiſenſtange.	Winkel.
1) 52° R.	23′
2) 45° —	18′
3) 36° —	13′
4) 27° —	9′
5) 24° —	6′
6) 22° —	9′
7) 20° —	6′
8) 19° —	4′
9) 16° —	2′

Entfernungen beträchtlich erweitert. Auch vergröfserte ſich das Bild, ſo wie das Fenſter geöffnet wurde, durch den Luftzug. Bey Entfernungen des Auges vom Mittelpunkte der Senkung von 16, 23, 35, 41 Fuſs, betrug nemlich, ungeachtet die Stange ſich während der Beobachtung abkühlte, die ſcheinbare Gröſse des Papiers 14′, 16′, 15′, 18′. Bey der zweyten Beobachtung war ein Fenſter geöffnet worden, wodurch das Papier nicht nur ſcheinbar gröſser wurde, ſondern auch höher heraufrückte. Bey den folgenden war das Fenſter wieder geſchloſſen.

Um den *Neigungswinkel* der einfallenden Strahlen gegen die Eiſenfläche, und den *Ablenkungswinkel* der Strahlen, die vom erwähnten Eiſen ins Auge kamen, mit möglichſter Genauigkeit zu finden, diente folgende Vorrichtung. Die beiden Ruhepunkte der Stange *D* (Fig. 1. Taf. VI.) wurden genau ins Niveau gebracht, da denn das erwärmte Eiſen ſich 2 Linien tief in der Mitte *F* ſenkte; 39 Fuſs vor dieſer Senkung ſtellte ich in *O* ein achromatiſches Fernrohr mit einem Niveau horizontal, ungefähr in der Mitte zwiſchen der kleinſten und gröſsten Höhe, aus welchen das Bild ſichtbar war, und 19 Fuſs $2\frac{1}{2}$ Zoll hinter derſelben eine mit weiſsem Papier beſpannte Tafel *A M*, an welche mein Gehülfe die Spitze eines Bleyſtifts von oben herabführte, bis das Bild derſelben durch das Teleſcop geſehn, in der Mitte der Senkung erſchien. Dieſer Stand des Bleyſtifts *L* wurde an der Tafel bezeichnet,

eben so das Niveau des Auges *M*, und sowohl *ML*, als *FG* (der Abstand der Einsenkung *F* vom Niveau des Auges *O M*) gemessen. Bedeutet *AB* die Horizontallinie durch *F*, so wurde dadurch *AL* = *FG* — *ML* bestimmt. Daraus fanden sich aus 8 Beobachtungen, die hintereinander angestellt wurden, (und bey denen das Fernrohr, weil der Winkel der Sichtbarkeit mit der Wärme abnahm, dreymal weiter herabgesenkt werden müsste,) folgende Einfalls- und Ablenkungswinkel:

Wärme der Eisenstange	Neigungswinkel *AFL*	Ablenkungswinkel *BFO*
58° R.	29′ —	22′ 10″
35 —	20 —	16 —
33 —	16 40	derselbe
30 —	14 50	derselbe
29 —	15 —	14 10
27 —	16 30	derselbe
21 —	13 20	9 50
18 —	9 50	derselbe *).

Das Barometer stand 28 w. Zoll $4\frac{5}{8}$ Linien, und das Thermometer in freyer Luft $1\frac{1}{2}$° hoch. Im Durchschnitt genommen waren also die Winkel *AFL* grösser als die Ablenkungswinkel *BFO*, worüber ich nachher noch einiges sagen werde. — Bey einem andern Versuche, wo das Ende der Stange *C* etwas tiefer als *D* lag, waren die Win-

*) Ich weiss nicht, ob dieser Ausdruck sich auf die daneben, oder auf die darüberstehende Zahl bezieht; auch sagt der Verfasser nichts über die Unregelmäfsigkeit in den Neigungswinkeln *AFL*. *d. H.*

kel *AFL* beynahe dreymal gröfser als die Winkel *BFO*.

Zuletzt liefs ich noch farbige Scheiben und andre Gegenſtände hinter der erwärmten Eiſenſtange auf und nieder bewegen. Sie wurden insgeſammt ſo kenntlich (nur etwas bebend und niedergedrückt) auf der Stange dargeſtellt, als wenn ein Glasſpiegel auf ihr läge, der alles *umgekehrt* zurückwürfe. Am ſchönſten präſentirte ſich ein brennendes Licht, das wie ein helleuchtendes Sternchen an der Oberfläche des Eiſens ſtrahlte *).

Auch als ich die erwärmte Eiſenſtange zur Nachtzeit in ihrer Mitte an einer Zange aufhing, ſo daſs ſie ſich herabwärts krümmte, ſpiegelten ſich die Gegenſtände, und beſonders ein Licht, aus einer gewiſſen Entfernung, in der Mitte der nach unten zu liegenden Vertiefung ſehr deutlich, obgleich die erwärmte, aufwärts wallende Luft nun nicht hoch über der ſpiegelnden Fläche liegen konnte.

*) Bey einem dieſer Verſuche, als das Barometer auf 28 w. Zoll $\frac{1}{4}$ Linie, und das Thermometer in der freyen Luft auf 9° ſtand, hörte die Spiegelung ſchon auf, als das Eiſen ſich von 62 bis 30° erkältet hatte. Ob das etwa von der Dünnheit der Luft herrührte, da dieſer Barometerſtand 2 Linien unter hieſigem Varium (?) war. — Uebrigens dürfte dieſe Eigenſchaft erwärmter Körper ſich trefflich zu optiſchen Blendwerken brauchen laſſen. *Gr.*

Als die Eisenstange auf Glasstäbe gelegt, und *electrisirt* wurde, änderte sich nichts; obgleich ich ihr, während sie sich vom 42° bis 10° Wärme abkühlte, zehnmal hintereinander Electricität geben und nehmen liefs, konnte ich doch keinen Unterschied im Bilde und dessen Gröfse, der dadurch bewirkt worden wäre, wahrnehmen.

Ob aber die Spiegelung nicht durch *Dünste* erregt oder erweitert werde, darüber bestimmen meine Versuche nichts mit Gewifsheit. Denn da die erwärmte Eisenstange mit einem nassen Pinsel überstrichen wurde, schien es mir zwar, als wolle sich das Bild bey Erhebung des Pinsels zeigen; allein das zu sichtbare Ansteigen der Dünste verhinderte die Beobachtung. — Es würde interessant seyn, wenn andre Physiker diese so leichten Beobachtungen weiter verfolgten, aus denen über die irdische Strahlenbrechung noch mancher Aufschluss zu hoffen ist.

* * *

Von diesen Versuchen glaube ich eine leichte *Anwendung auf das zu Anfang erwähnte Phänomen einer Strahlenablenkung in der Natur* machen zu können. Man denke sich eine durchhitzte Erdfläche *AB* (Fig. 2. Taf. VI.), welche die über ihr liegende Luftschicht bis *CD* so erwärmt, dass sie der Strahlenablenkung fähig wird; so mufs die Luft, dicht an der Erdfläche, am mehrsten verdünnt seyn, mithin die Strahlen am stärk-

ten ablenken, und diese Wirkung sich aufwärts, bis zur gemeinen atmosphärischen Verdickung der Luft*), allmälig verlieren. Dadurch muss

1) in der Luft eine *oscillirende Bewegung* entstehn, indem die dünnere Luft heraufsteigt und die dickere herabsinkt; sie zeigt sich in der That über jeder Erdfläche, die von der Sonne eine Zeitlang beleuchtet ist, und Liesganig beklagt sich sogar, dass ihm die dadurch bewirkte bebende Bewegung der Objecte, bey starkem Sonnenschein, auf den grofsen ungarischen Ebenen in seinen Messungen sehr hinderlich gewesen sey **).

2) Muss in diesem von unten nach oben sich verdickenden Luftraume eine Strahlenbrechung vor sich gehn, die der gewöhnlichen gerade entgegengesetzt ist. Die *gewöhnliche* macht die Lichtstrahlen nach oben zu convex, und erhebt die fernen Gegenstände über den Horizont; diese ungewöhnliche bricht dagegen die Lichtstrahlen so, dass sie nach unten zu convex werden, und drückt dadurch die Bilder entfernter Gegenstände (also auch z. B. den scheinbaren Seehorizont) unter den wahren Horizont herunter; und hierin liegt der Grund der sonderbaren Phänomene, wel-

*) *Huddarts* Fläche der gröfsten Dichtigkeit und Brechbarkeit, Ann. d. Ph. III. Aufs. 1.

**) *Dimensio graduum Viennensis et Hungarici, Vindob.* 1770. 4. Man vergleiche damit des Grafen von Rumford Beobachtung, Ann. d. Ph. II. S. 285.

che bey der irdiſchen Strahlenbrechung vorkommen*).

3) Strahlen, wie $\overset{L}{M}Go$ und MHO (Fig. 2), welche in dieſen Luftraum bey einerley Beſchaffenheit deſſelben parallel einfallen, müſſen gleichmäſsig gekrümmt werden, und ihre Ablenkungsſcheitel G, H, gleich hoch über dem Erdhorizonte liegen. — Wird der Einfallswinkel (d. h. der Winkel des Strahls mit dem Perpendikel auf der brechenden Fläche) ſpitzer, wie z. B. beym Strahl MFo, ſo nähert ſich der Ablenkungsſcheitel F dem Horizonte, und fällt umgekehrt bey Strahlen, wie MEo, die unter ſtumpfern Winkeln einfallen, höher hinauf**). — Zieht ſich endlich der ver-

*) Dieſes iſt, wie man ſieht, vollkommen die Theorie, woraus *Huddart* Ann. d. Phyſ. III. Auſſ. 1. die von ihm beobachteten Phänomene ungewöhnlicher Strahlenbrechungen auf eine ſo leichte und glückliche Art erklärt. Schade, daſs H. *Gruber* nicht mehrere Verſuche über den Einfluſs der Waſſerdämpfe auf dieſe Brechungen anſtellte, da ſie nach allen Beobachtungen dabey ſo beträchtlich mitzuwirken ſcheinen.
d. H.

**) Daraus erklärt ſich die zweyte Beobachtung *Dalbys* Ann. d. Phyſ. III. 276. Anm. ohne Schwierigkeit. Die Strahlen, die von den näherliegenden Pfählen durch die verdünnte Luftſchicht ins Auge kamen, fielen unter ſpitzern Winkeln ein: ſo kamen ſie alſo auch ins Auge, daher ihre Tangenten unter die Tangenten der

dünnte Luftraum bey abnehmender Wärme zuſammen, ſo wird bey unveränderter Lage des Objects und des Auges, jeder Einfalls-, mithin auch jeder Ausfallswinkel ſpitzer. Hieraus erklärt ſich die Erweiterung des Bildes bey niedrigerer Lage des Auges, oder bey Vergröſserung der verdünnten Luftſchicht; ſo wie die Zuſammenziehung des Bildes in den Vertiefungen, bey Erniedrigung dieſer Luftſchicht mit abnehmender Wärme.

4) Je mehr ſich das Auge, bey unveränderter Höhe des verdünnten Luftraums und bey unveränderter Lage des Objekts, erhebt, deſto weiter müſſen die Reflexionen, oder vielmehr die Ablenkungsſcheitel der Strahlen, vom Auge fortrücken. Denn, rückt das Auge aus *O* in *o* (Fig. 2.) hinauf, ſo wird nicht mehr der Strahl *M H*, ſondern ein mit ihm paralleler *L G*, der einen entferntern Abprallungsſcheitel hat, durch Refraction ins Auge kommen, und zwar wird ſich ungefähr verhalten *BO*: *Bo*, wie *BF*: *Bf*; daher kömmt es, daſs das beſchriebne Phänomen auf groſsen Ebenen, bey Erhebung des Auges in die Ferne, zu fliehen ſcheint.

5) Iſt *L lO* (Fig. 3) der unterſte Strahl, der unter einem ſpitzen Winkel in den nach unten ſich verdünnenden Luftraum einfällt, mithin der unterſte, mit welchem ſich die reflexionsartige Ablen-

Strahlen von den entferntern Pfählen fielen, dieſe Pfähle folglich über dem Niveau jener, und zwar bey gröſserer Weite höher darüber erhaben ſchienen. d. H.

kung anfängt; ſo werden die Strahlen von allen Punkten, die unterhalb *L* nach dem Auge zu liegen, durch die Brechung zwar etwas, doch weniger abgelenkt, und zwar ſo, daſs ſie um deſto weniger erniedrigt werden, je näher ſie vom Auge liegen. Irgend einer dieſer Strahlen, z. B. *PO*, wird dem reflectirten Strahl *L l O* ſo nahe laufen, daſs die Punkte *P* und *L* im Auge neben einander erſcheinen. Aus dem Raum *PL* kommen alsdann entweder gar keine Strahlen ins Auge, oder ſie vermiſchen ſich mit dem Contur des reflectirten Bildes, wie ſich das wirklich öfters ereignet. — Befindet ſich das Auge innerhalb des ſich verdünnenden Luftraums, ſo können die Strahlen oberhalb deſſelben blos durch Brechung, die unterhalb deſſelben aber ſowohl durch Brechung als durch Abprallung ſichtbar werden. — Hieraus erklärt ſich die Bemerkung der Deicharbeiter bey Büſch (Ann. d. Ph. III. 297.), welchen das gegenüberliegende Elbufer den Morgen, als ſie an die Arbeit gingen, ſo hoch ſchien, als läge es am Deiche, indeſs es ſpäterhin, als das Phänomen wahrzunehmen war, ſank. Das Geſtade muſste nemlich durch die ungewöhnliche Strahlenbrechung niederzuſinken ſcheinen, und bey zunehmender Wärme das erweiterte Bild ſich verlieren.

6) Das Auge liege in oder über dem verdünnten Luftraum, ſo iſt es möglich, daſs aus einem Punkte *M* eines entfernten Gegenſtands *H* mehrere Strahlen, die in einer Verticalfläche zwiſchen

chen den Strahlen MQO und $MFGO$ (Fig. 4.) lie-
gen, zugleich ins Auge kommen. Denn, ſtehn die
Sinuſſe der Einfalls- und Austrittswinkel gegen
einander in einerley Verhältniſs, oder iſt $CF : TS$
$= CQ : TN$; ſo müſſen auf NS ſo viel Ausfalls-
als auf FQ Einfallswinkel vorhanden ſeyn. Da
ſich nun unſrer Vorausſetzung gemäſs, jede Ein-
fallsdiſtanz von F, zu der ihr entſprechenden Aus-
fallsdiſtanz von S, wie $FQ : SN$ verhalten muſs
(denn es iſt $CQ - CF : TN - TS = CF : TS$);
ſo müſſen alle Strahlen, welche aus M ausgehn, und
auf FQ einfallen, um bey ihrem Austritte zwi-
ſchen S und N verhältniſsmäſsige Sinuſſe ihrer
Austrittswinkel zu erhalten, durch denſelben
Punkt O gehn, worin ſich das Auge befindet.
Im Fall das Auge *niedriger* als der Punkt M ſteht,
werden, ſo wie die Winkel MFC abnehmen, die
Ablenkungsſcheitel dieſer Strahlen immer weiter
von G nach O zu rücken, bis endlich das ablenken-
de Medium aufhört, oder (iſt das Auge innerhalb
deſſelben) der Ablenkungsſcheitel zuletzt ſelbſt
in den Punkt des Auges fällt. Im Fall das Auge
auſserhalb dieſes Medii *höher* als der leuchtende
Punkt liegt, (wenn z. B. O der leuchtende Punkt
und M das Auge iſt,) ſo würden ſich umgekehrt
die Ablenkungsſcheitel vom Auge entfernen. Lie-
gen endlich Punkt und Auge in gleicher Höhe,
(wie M und o in Fig. 3.) ſo fallen die Ablenkungs-
ſcheitel in einer Verticallinie unter einander. —
Hieraus folgt, daſs der leuchtende Punkt M in allen

drey Fällen, nach einer Richtung ſenkrecht auf die erwärmte Fläche, *verlängert* erſcheinen müſſe, und zwar dem Winkel *NOS* entſprechend, unter welchem die Gränzſtrahlen unter denen, die von einem Punkte ins Auge kommen, in dieſes gelangen. Um ſich hiervon durch Erfahrung zu überzeugen, braucht man nur einen etwa 12 Zoll langen vierkantigen Metallſtab zu erwärmen, und längs deſſelben hinzuſehn; man wird wahrnehmen, daſs die Punkte eines über oder in dem erwärmten Luftraum angeſehenen Objects, ſenkrecht nach der erwärmten Fläche hin ausgedehnt ſcheinen.

7) Nur wenn ſich das Auge ziemlich tief innerhalb des verdünnten Luftraums befindet, kann das Strahlenbild auf groſsen Ebenen ſehr hoch über dem Horizonte des Auges zu ſtehen kommen, und mit dem Himmel, der ſich darin ſehr deutlich ſpiegelt, vermiſcht werden. Ich ſah dieſe ſo weit ausgedehnte Erſcheinung nie nach den mittlern Nachmittagsſtunden, ſondern meiſt früh in ganz heitern Tagen, oder um Mittag, nachdem vorher die Sonne einen Nebel niedergeſchlagen und ſich der Erdfläche bemeiſtert hatte, wie das im Frühjahr und Herbſt zu geſchehen pflegt. Wahrſcheinlich war denn der Temperaturunterſchied zwiſchen Erdboden und Luft gröſser, als nachher, wenn die Luft durch längern Sonnenſchein ſchon mehr erwärmt, und dadurch ein nach oben ſich überall verdünnendes, wenigſtens nicht ſo ſtark verdichtendes Medium, als es dieſes Phänomen erfordert, entſtanden war.

Selbſt die wiederholte Beobachtung, daſs ſich bey meinen Verſuchen mit einer erwärmten Eiſenſtange, das Bild durch einen ſanften Luftzug vergröſserte, ſcheint dieſe Meynung zu beſtätigen. Denn der Luftzug kann wohl hierbey nicht anders, als durch das Hinzuführen einer kältern und eben dadurch dichtern Luftmaſſe über die erwärmte Fläche wirken, wodurch das ablenkende Medium vergröſsert und verſtärkt wird. — Ueberhaupt bemerkte ich, daſs es bey dieſer ungewöhnlichen Strahlenbrechung meiſtens nur auf den Temperaturunterſchied einer Fläche und der atmoſphäriſchen Luft ankömmt. Denn ich habe ſie an der Mauer, an welcher ſich ein benachbartes Haus ſpiegelte (S. 380) auch zu einer Zeit geſehn, wo die Sonne den ganzen Tag über nicht geſchienen hatte, und das reaum. Thermometer auf — $2\frac{1}{2}^{\circ}$ ſtand. Es iſt daher ſehr wahrſcheinlich, daſs man ſie über Erd- und Waſſerflächen auch des Nachts wahrnehmen könne.

8) Obgleich bey meinen Verſuchen, wo ich, ſo zu ſagen, die Natur, dieſes Schauſpiel nach meinem Belieben aufzuführen, zwang, dickere oder dünnere Luft, Dünſte und Electricität keinen Einfluſs auf das Phänomen zu haben ſchienen, ſo möchte ich doch einen ſolchen Einfluſs bey Erd- und Waſſerflächen ihnen nicht abſprechen. Denn hier, wo die Strahlenbrechung im Groſsen wirkt, giebt eine geringe Urſach ſchon einen merkbaren

Ausschlag. Wenigstens scheint es, dafs dickere Luft und Dünste, die der Luft ein andres Verhältnifs in ihren Bestandtheilen geben, (welches bey Verflüchtigung des Morgenthaus statt fände,) einen gröfsern Unterschied der Wärme zwischen den Erdflächen und der Luft veranlassen können.

9) Uebrigens möchte ich nicht verbürgen, dafs nicht in der Natur durch die Temperaturverschiedenheit in der Luft, durch die Unebenheiten des Landes, und selbst durch die Verschiedenartigkeit der Luft, die Strahlen einen mehr oder weniger geschlängelten Gang annehmen, aus der Verticalfläche herausgebogen, und so gebrochen werden könnten, dafs das Verhältnifs zwischen den Sinussen der Eintritts- und Austrittswinkel sehr veränderlich sey.

II.

BEOBACHTUNGEN über die *Brechung der Lichtſtrahlen, die nahe über der Erdfläche hinfahren*,

VON

REINHARD WOLTMANN,

Baudirektor im hamburg. Amte Ritzebüttel *).

Was Herr Abbé *Gruber* im Kleinen, beym Hinſtreichen der Lichtſtrahlen über erwärmte

*) Ausgezogen aus zwey intereſſanten Abhandlungen des H. Woltmann; einer noch ungedruckten, unter obigem Titel, wovon in den *Götting. gelehrten Anzeigen J.* 1796. *St.* 82 Nachricht gegeben wird; und aus *Woltmanns Bemerkungen über ein* (ſcheinbar) *katoptriſches Phänomen, welches an den Gegenſtänden nahe am Horizont nicht ſelten ſichtbar iſt*, gedruckt in den Neuen Abhandl. der kön. böhmiſchen Geſellſch. d. Wiſſ. B. 3. Prag 1798. S. 67—97. 4. Dieſe Bemerkungen waren dem H. *Abbé Gruber* in Prag vom H. *Woltmann* theilweiſe zugeſchickt worden, und machen auch die Subſtanz des der Göttinger Societät überſandten Aufſatzes aus. H. *Abbé Grubers Theorie des katoptriſchen Phänomens, von Senkung und Hebung der Objecte am Horizonte*, in den Neuen böhm. Abhandl. B. 3. S. 98 — 107, enthält Bemerkungen und Zuſätze zum Wolt-

Stein - und Erdflächen beobachtet hatte, ſuchte Herr *Woltmann* auch durch Erfahrungen im Groſsen an erwärmten Waſſer - und Erdflächen zu beſtätigen. Die Beobachtungen, die er zu dem Ende anſtellte, ſind die zuſammenhängendſten und ſchärfſten, die wir bis jetzt über die irdiſche Strahlenbrechung beſitzen, und ganz dazu geeignet, uns über dieſe ſchwierige Materie ins Klare zu bringen, wenn ſie mit Abänderungen und Erweiterungen an dazu ſchicklichen Orten wiederholt würden.

Herr Woltmann wohnt zu *Cuxhaven* im hamburgſchen Amte Ritzebüttel, wo, wie wir ſchon aus dem Aufſatze des H. Prof. Büſch's (Ann. d. Ph. II. 297.) wiſſen, die *Kimmung*, oder wie Woltmann ſie nennt, die *Spieglung*, ein ſehr gewöhnliches Phänomen iſt. Er giebt von ihr folgende Beſchreibung und Merkmale, die wir nicht übergehn dürfen.

Beſchreibung des Phänomens.

1) Entlegne Gegenſtände, Häuſer, Bäume etc. nahe am Horizonte, ſcheinen bey dieſem Phänomene durch einen *hellen Luftſtreif* oder einen glänzenden leeren Raum von der Erdfläche getrennt zu ſeyn; man glaubt ſie in der Luft ſchwebend zu

mannſchen Aufſatze, woraus ich hier theils in Form von Anmerkungen, theils im nächſtfolgenden Aufſatze das Weſentliche beygefügt habe. *d. H.*

ſehn, oder wenn das Auge anſehnlich erhaben iſt, ein ſtilles *glänzendes Meer*, über der ganzen Landſchaft, worin die Gegenſtände ſtehn und ſich *ſpiegeln*, wahrzunehmen. Durch ein Fernrohr ſieht man denn die entfernten Gegenſtände ſehr deutlich, gerade ſo mit einem umgekehrten Bilde darunter, wie ſie ſich in der Nähe darſtellen, wenn zwiſchen ihnen und dem Auge ein ebner Waſſerſpiegel iſt. Das verkehrte Bild und das Object ſind an Farbe und Helligkeit gleich, und hängen unmittelbar zuſammen, ſo daſs man ſie mit bloſsen Augen für *einen* Gegenſtand zu halten geneigt iſt. Dieſe Erſcheinung zeigt ſich auch an Schiffen, auf ziemlich unruhigem Waſſer, welches denn blau und dunkel erſcheint, und ſich ſehr auffallend von dem hellen Streifen unterſcheidet, in welchem ſich das Schiff ſpiegelt. Man ſieht ſie eben ſo gut nach einem Regen, als gleich vor demſelben, und ſelbſt im Regen verſchwindet ſie nicht eher, als bis die Undurchſichtigkeit der Luft die Ausſicht in die Ferne verhindert. Ueberhaupt iſt die Erſcheinung (wenigſtens um Cuxhaven) weit häufiger, als man ſie mit bloſsen Augen gewahr wird, indem an dunkeln Tagen der Luftſtreifen, welcher die Gegenſtände von der Erde zu trennen ſcheint, nicht ſo als an hellen Tagen ins Auge fällt.

2) Der helle Luftſtreifen iſt vor Gegenſtänden deſto breiter, je entlegner ſie ſind, je weniger ſie mithin über dem Horizonte hervorragen; dagegen deſto ſchmäler, je näher der Gegenſtand kömmt, oder

je höher sich das Auge erhebt. Grade so sieht man, je nachdem der Gegenstand näher liegt, oder weiter entfernt ist, nur den untern, oder auch den mittlern und höchsten Theil desselben sich abspiegeln. Thürme und Mühlen müssen mehrere Meilen weit entfernt, oder das Auge sehr niedrig seyn, wenn sie sich ganz abspiegeln sollen. Daraus folgt, dass nur die Strahlen, welche unter sehr kleinen Winkeln auf die spiegelnde Fläche fallen, durch die scheinbare Reflexion vom Objecte in das Auge kommen.

3) Rückt bey unveränderter Lage des Auges der Gegenstand näher, so nimmt zuerst der Luftstreif an Breite ab, bis er ganz verschwindet; dann fängt auch das verkehrte Bild an abzunehmen, und zwar verliert sich der untere Theil desselben, der dem obersten Theile des Gegenstandes entspricht, zuerst. Grade das ist der Fall, wenn bey unveränderter Lage des Objects das Auge sich mehr und mehr erhebt. Offenbar kann also der helle Luftstreifen selbst kein Gegenstand, wie z. B. glänzender Nebel seyn, sondern ist ein Bild eines sich spiegelnden hellen Objects, nemlich eines nur wenige Minuten über den Horizont erhabnen Streifs der Atmosphäre. Er ist nicht Luft, sondern nur ein *Luftbild*, das der Luft selbst an Glanz und Ansehn vollkommen gleicht, und durch die Strahlen bewirkt wird, welche von der Luft, die wir dicht über dem Horizonte sehn, eben so

wie von den Gegenſtänden am Horizonte zurückgeworfen und ſcheinbar reflectirt wird.

4) Da der lichte Streif nichts anders als das Bild des Luftſtreifs dicht über dem Horizonte iſt, und die oberſten Punkte im Bilde zu unterſt ſcheinen; ſo muſs dieſer Streif etwas von der ſonſt ſichtbaren Erdfläche bedecken, und, da wir ihn für Luft halten, den ſcheinbaren Horizont vertiefen, mithin die Elevationswinkel erhöhen. Es ſey nemlich AB (Fig. 5. Taf. VI.) ein Theil der Erdfläche, CD ein ihr concentriſcher Bogen in der Atmoſphäre, E der Ort des Auges, und ED die Geſichtslinie, welche die Erdfläche in F berührt, mithin F die Gränze des Geſichtskreiſes und AF der ſichtbare Theil der Erdfläche. Ferner ſey G der höchſte Punkt im Bogen CD, von welchem Licht durch ſcheinbare Reflexion auf dem Wege GLE ins Auge E kömmt; ſo muſs der ſcheinbare Einfalls- und Reflexionspunkt L zwiſchen A und F liegen, da von Punkten über F hinaus nach B zu, kein Strahl in grader Linie nach E gelangen kann. Folglich muſs auch EL unter EF liegen, und das Auge erhält den Strahl GLE ſo, als käme er von einem unter D liegenden Punkte K der Atmoſphäre im verlängerten Strahle EL her. Grade ſo werden die Strahlen, die aus andern Punkten des Bogens GD kommen, zwiſchen L und F ſo zurückgeworfen, als kämen ſie von dem niedrigern Bogen der Atmoſphäre DK her. Von der ſonſt ſichtbaren Erdfläche AF wird nun der Theil LF

zum Spiegel; man ſieht ihn ſelbſt nicht, und hält ihn für Atmoſphäre, deren Licht er ins Auge ſendet. Dadurch wird der Geſichtskreis um den Theil LF kleiner, der Horizont um den Winkel DEK tiefer, und um eben ſo viel jeder Elevationswinkel MED vergröſsert.

Nennen wir der Kürze halber ED die Tangente des Horizonts, EG die Gränze der Reflexion, GED die gröſste Höhe derſelben, AL den reflectiven, und AF den natürlichen Geſichtskreis; ſo folgt hieraus, daſs alle *Gegenſtände*, die ſich abſpiegeln, auſserhalb des reflectiven Geſichtskreiſes liegen, und nicht über die Reflexionsgränze erhaben ſeyn, liegen ſie aber auch auſserhalb des natürlichen Geſichtskreiſes, über die Tangente des Horizonts hervorragen müſſen. Dieſes ſey mit dem Objecte $b\beta$ in Fig. 6. der Fall; ſo wird der Theil ab deſſelben, der über den natürlichen Horizont hervorſteht, ſich unterwärts verkehrt (wie $a\beta$) abſpiegeln, und einen hellen Streif $\beta\gamma$ (das Bild der Atmoſphäre zwiſchen der Spitze des Objects und der Reflexionsgränze) unter ſich haben.

Reichte das Object bis an die Reflexionsgränze hinauf, ſo würde kein heller Streif darunter ſichtbar ſeyn, und ein Object, das über die Reflexionsgränze erhaben iſt, wie in Fig. 7., ſpiegelt ſich ſelbſt nicht ganz ab, ſondern nur der untere Theil ab deſſelben im Bilde $a\beta$. So ſieht man hohe Kirchthürme ſich ſelten ganz abſpiegeln.

5) Wenn die Spieglung auf einer ebnen Fläche geſchähe, ſo müſsten die ſcheinbaren Gröſsen des Objects und Bildes einander ſehr nahe gleich oder $GED = DEK$ ſeyn. Denn ein ebner Spiegel ſtellt das Bild eines Gegenſtands in derſelben Gröſse und Entfernung vom Spiegel, den der Gegenſtand ſelbſt hat, dar; beide werden mithin einem Auge, welches nahe über dem Spiegel iſt, in beynahe gleicher Entfernung und Gröſse erſcheinen. Eben ſo müſste, wenn die Spieglung auf einer Kugelfläche, es ſey auf der Erdfläche oder einer damit concentriſchen Fläche, vorginge, die Gröſse des Bildes, der Gröſse des Gegenſtandes, ſo weit ſich dieſer abſpiegelt, katoptriſchen Gründen gemäſs, ohne merkbaren Unterſchied gleich ſeyn. — Bey unſerm Phänomen ſind dagegen die Bilder allemal *beträchtlich kleiner*, als ihre Objecte. An Häuſern und Bäumen, wo Objecte und Bilder gleichſam in eins zuſammenhängen, iſt dieſes nicht ſo deutlich als an Schiffen wahrzunehmen, wo man bey der Verſchiedenheit der Segel und ihrer Zwiſchenräume, Object und Bild deutlich unterſcheiden kann. Hiernach habe ich geſchätzt, daſs das Bild zuweilen weniger, zuweilen mehr, meiſtens aber die halbe Gröſse des Objects habe. Die 8te Figur ſtellt ein Beyſpiel dar, wie ich ein Schiff, ſo weit es über dem Horizonte hervorragte, mit dem verkehrten Bilde ſah *). Die Urſach, war-

*) Das ſcheint zwar den Bemerkungen des Abbé *Gruber* S. 394. (6) nicht gemäſs zu ſeyn, ſtimmt aber

um die reflectirten Bilder beynahe um die Hälfte kleiner als ihr Object erſcheinen, kann folglich nicht von der Geſtalt der ſpiegelnden Fläche abgeleitet werden. Vielmehr liegt ſie, wie wir gleich ſehen werden, darin, daſs hierbey keine wahre Spiegelung, ſondern eine Strahlenbrechung vorgeht, welche die Strahlen des Bildes deſto mehr, je tiefer die Punkte liegen, von denen ſie herzukommen ſcheinen, erhebt.

6) Hier ein beſtimmtes *Beyſpiel eines Phänomens*, und eine ungefähre Schätzung der Entfernungen und Winkel, auf die es dabey ankömmt. Aus meiner Wohnung zu *Cuxhaven*, (welche auf dem kleinen Grundriſſe Taf. VII. Fig. 1. bey A vorgeſtellt iſt), ſehe ich über eine Krümmung der Elbe fort, ein Haus *B*, welches dicht am Ufer auf *Hochſand* ſteht, ſo daſs die Geſichtslinie *AB*, die nach einer genau aufgenommenen Karte 2,465 geogr. Meilen oder 9337 Toiſen, und mithin 9′,86 eines gröſsten Kreiſes beträgt, faſt ganz über eine Waſſerfläche hingeht. Das Auge iſt über die Höhe des vollen Meeres oder der höchſten Stromfläche 3 Toiſen erhaben, bey welcher Höhe ich die Weite des natürlichen Geſichtskreiſes auf

mit *Huddarts* Beobachtung A. d. Ph. II. 262. völlig überein. Huddart ſchätzt die Gröſse des umgekehrten Bildes auf $\frac{2}{3}$, zu andern Zeiten auf gleiche Gröſse mit dem Gegenſtande, und erklärt dieſe Verſchiedenheit S. 261. aus ſeiner Theorie. *d. H.*

400 Toiſen rechne. Der Firſt des Hauſes zu Hochſand iſt ungefähr $7\frac{1}{3}$ Toiſen über der Stromfläche erhaben. Von dieſen ſind nur 4 Toiſen ſichtbar; $3\frac{1}{3}$ Toiſen (und grade ſo viel beträgt die Höhe oder der Wahrt, worauf das Haus ſteht,) ſind unter der Tangente des Horizonts. Die Gränze zwiſchen dem Hauſe und deſſen Bilde kann ich nicht deutlich unterſcheiden, aber der helle Luftſtreif (das Luftbild unter dem Bilde des Hauſes) unterſcheidet ſich von beiden deutlich. Die Breite deſſelben ſcheint mir, wenn das Phänomen vollkommen iſt, nach *Schätzung*, etwas über die Hälfte und nicht völlig $\frac{2}{3}$ des Hauſes und ſeines Bildes zu betragen, wie das in Fig. 2. Taf. VII. dargeſtellt iſt,*).

*) Nimmt man daher (nach 5.) das verkehrte Bild für halb ſo lang an, als das Object, ſo ſind das Haus ab und deſſen Bild $a\beta$ zuſammengenommen 6 Toiſen lang, mithin der helle Streif $\beta\gamma$, der obigen Schätzung gemäſs, etwa $3\frac{1}{2}$ Toiſen, und alſo das Object bc, deſſen Bild er iſt, ungefähr 7 Toiſen. Demnach wäre $tang\, GED. = \frac{ac}{aE} = \frac{11}{9337} = 0{,}001173$, alſo der Winkel $GED = 4'\ 2''$, als die gröſste Höhe der Reflexion, und daher die gröſste ſcheinbare Länge, zu der ein verkehrtes Bild kommen kann, alſo der Winkel $DE\gamma$, $2'\ 1''$. In ſo fern man AF als gerade Linie anſieht, iſt $tg\, EFA = \frac{3}{4400}$, alſo der Winkel $EFA = 2'\ 10''$. Die beiden Winkel FEL und EFL ſind in dieſem Fall beynahe gleich, mithin auch die Linie EL, LF; beide

7) So erscheint das Haus bey voller Fluth. Bey *veränderter Meereshöhe* verändert sich indefs auch dieses Phänomen auf eine bemerkenswerthe Art. Bey *abnehmendem Meere* wird das *Luftbild* unter dem Hause immer kleiner, dafür das Haus und dessen Bild immer gröfser, so dafs bey völlig niedrigem Meere (wo die Meeresfläche ungefähr $1\frac{1}{2}$ Toisen niedriger steht, und die Höhe, worauf das Haus steht, sichtbar wird) der helle Streifen fast ganz verschwindet, und unter dem Firft im verkehrten Bilde des Hauses nur kaum noch eine helle Linie sichtbar bleibt. Die Erniedrigung der Meeresfläche hat also dieselbe Wir-

betragen folglich etwa die Hälfte von EF oder 2200 Toisen, und der effective Gesichtskreis ist etwa nur die Hälfte des natürlichen, welches indefs bey andern Höhen des Auges anders ist.

Zieht man durch L eine Tangente TLU, so ergiebt sich der *gröfste Einfallswinkel* cLU, gleich dem *gröfsten Reflexionswinkel* TLE folgendermafsen: Bey einer Entfernung AL von 2200 Toisen, weicht die Tangente von der Erdfläche um $AT = \frac{3}{4}$ Toisen ab. Also ist $ET = 3 - \frac{3}{4}$, d. i. $= 2\frac{1}{4}$ Toisen und an $tg\, ELT = \frac{2\frac{1}{4}}{2200}$, folglich der Winkel $ELT = 3' 30''$. Und dieses wäre dann nach einer ungefähren Schätzung der gröfste Einfallswinkel, bey welchem das Licht noch scheinbar über der Erdfläche reflectirt wird. Zu genauern Bestimmungen wären genauere Beobachtungen mit einem Mikrometer nöthig. *Woltm.*

kung, als die Erhöhung des Auges oder des Objects. Woraus folgt, dafs die Spiegelung nicht auf einer Luftschicht von bestimmter Höhe und Dichtigkeit, sondern in einem Raume vorgeht, der mit der Wasserfläche fällt und steigt, und unter einerley Umständen, z. B. an demselben Tage, einerley Entfernung von derselben behält. Denn diese Veränderung ist von der Erscheinung an demselben Tage und unter gleichen Umständen zu verstehn. Zu verschiednen Zeiten ist das Phänomen sehr verschieden, und ich habe auch bey niedrigem Meere das Haus mit seinem Bilde und eben so breiten Luftstreifen, als zu andern Zeiten bey vollem Meere, gesehn. Alsdann ist aber der Wart oder die Höhe, worauf das Haus steht, nicht sichtbar, der sonst bey niedrigem Wasser immer sichtbar ist. Dieser Fall tritt zwar selten ein, doch mufs dann der Luftraum 1 bis $1\frac{1}{2}$ Toisen hoch über dem Wasser, wenn die Gesichtslinie weit darin fortgeht, *undurchsichtig seyn* *). Aus ähnlichen Beyspielen an Schiffen und Schiffstonnen schliefse ich, dafs die Undurchsichtigkeit meistens nur ein paar Fufs über dem Wasser reicht; alles, was höher ist, ist sichtbar, zittert aber sehr lebhaft, und wenn es weit genug entlegen ist, spiegelt es sich.

8) Mehrentheils gesellt sich zu unserm Phänomene noch die sonderbare Erscheinung, dafs

*) Warum, erklärt sich aus der Bemerkung Ann. d. Ph. III. 266. d. H.

alle Objecte eine *zitternde Bewegung* annehmen. Dieſe *Zitterung* iſt zuweilen, beſonders an hellen und warmen Tagen, wenn die Oberflächen der Körper ſehr erhitzt ſind, ſo lebhaft, zumal an den Rändern der Objecte, z. B. am Firſt und an den Ecken der Häuſer, und auf dem Gipfel der Deiche und Berge, daſs dieſe Gegenſtände gleichſam in einer wellenförmigen Bewegung zu ſeyn ſcheinen. Vermuthlich wird dieſe Zitterung durch unregelmäſsige Brechung oder Ablenkung der Strahlen, die von den erwärmten Objecten, oder nahe an ihren Rändern vorbey zu unſerm Auge kommen, bewirkt. Ein Kohlenbecken, über das man wegſieht, macht die Gegenſtände auf eine ähnliche Art zittern, und zwar deſto mehr, je entfernter die Gegenſtände ſind. An den erwärmten Objecten entwickeln ſich vielleicht Dämpfe oder Dünſte, welche bey gleichem Wärmegrad die Luft noch mehr ausdehnen, und bey ihrem wellenförmigen Aufſteigen oder Hin- und Herſchweben die unregelmäſsige Strahlenbrechung veranlaſſen. Eine durch Wind hervorgebrachte Bewegung würde nicht ſo gleichförmig, und allenthalben bebend ſeyn *).

Eben dieſe Dünſte in aufgelöſtem, durchſichtigem Zuſtande *vergröſsern zuweilen die horizontale Refraction* ſo, daſs die Meeresfläche, die entlegnen Ufer, Küſten und Sandbänke, eine ganz ungewöhnliche Geſtalt annehmen. Die Meeres-

fläche

*) Vergl. Ann. d. Ph. III. 389. auch Woltm. Erklärung weiter unten. *d. H.*

fläche wird concav gekrümmt *), die nähern Schiffe erniedrigen sich, oder vielmehr, der entlegne Horizont scheint über ihnen fast hervor, entfernte niedrige Ufer erscheinen wie hohe Küsten, und hohe 7 bis 8 Meilen entlegne Küsten, die weit unterm Horizont sind, treten wie Gewölk über demselben hervor, so wie ganze Landschaften, die man sonst wegen der vorliegenden Sandhügel nicht sehn kann, über dieselben hervorscheinen. *Die Fälle einer so starken Refraction*, auf welche nicht selten ein Gewitter, oder statt dessen viel Regen oder stürmische Witterung erfolgt, (worin bey uns die Gewitter sich auflösen,) *sind jedoch nicht so häufig, als das Phänomen der Spiegelung* **).

* * *

Nimmt man alles dieses zusammen, so läst sich leicht absehn, dass die hier beschriebne Spiege-

*) *Dalby's* Beobachtung, Ann. d. Ph. III. 276. Anm. unter einer andern Form. Vergl. Ann. d. Ph. III. 390. *d. H.*

**) Dieses ist, wie man sieht, das Phänomen, welches *Ellicot* im vorigen Stück der Annalen beschrieben hat, und worüber man im nächsten Hefte einige interessante Beobachtungen *Vince's* und *Lathams* finden wird. Wir werden weiter unten sehn, wie H. Woltmann es mehrentheils mit einer der bisher beschriebnen entgegengesetzten Spieglung oberwärts verbunden fand; und das war auch mit *Ellicot* und *Vince*, nicht aber mit *Latham* der Fall. *d. H.*

lung nur ſcheinbar ein katoptriſches Phänomen iſt, und daſs es in der That auf keiner Zurückwerfung der Strahlen nach den Geſetzen der Katoptrik, ſondern lediglich *auf einer Brechung* derſelben beruht. Weder die Erde, noch das vom Winde bewegte Waſſer können als Spiegel dienen; auch iſt die Spiegelung viel zu ungleich, als daſs ſie ſich aus einer feſten unveränderlichen Spiegelfläche erklären lieſse. Eben ſo wenig wirft eine Luftſchicht die Strahlen gleich einem Spiegel zurück. Dieſe gehn vielmehr durch die Luftſchichten durch, und werden von ihnen nur gebrochen; und dabey läſst ſich denn recht wohl eine Veränderlichkeit im Brechungsverhältniſs denken, welche allein ſchon der groſsen Veränderlichkeit des Phänomens zur Erklärung dienen möchte. * Auch iſt das Phänomen von der Höhe oder Niedrigkeit der Meeresfläche abhängig, bleibt alſo nicht unverändert in einerley Höhe und Luftſchicht, wie das wohl bey einer katoptriſchen Spieglung der Fall ſeyn müſste. Um nun zu unterſuchen, *wie die Spiegelung von der Strahlenbrechung abhange*, habe ich folgende Reihe von Beobachtungen unternommen.

Beobachtungen und dazu eingerichteter Apparat.

Aus dem Grundriſs Taf. VII. Fig. 1. überſieht man ungefähr, wie ſich die Geſichtslinie von meinem Hauſe in Cuxhaven nach dem Hauſe auf Hochſand queer über unſern Hafen *H* erſtreckt.

Dieſer iſt zu beiden Seiten mit Deichen eingefaſst, auf die ich den 15ten December 1794. grade in jener Geſichtslinie zwey Pfähle einſchlagen liefs; den weſtlichen vor meiner Thüre, und den öſtlichen jenſeit des Hafens, ſo dafs ſie zur Bequemlichkeit der Beobachtung beyläufig $3\frac{1}{2}$ Fufs über den Deich hervorſtanden, und dafs die Köpfe beider Pfähle mit dem Firſt des Hauſes auf Hochſand in einer graden Linie zu liegen ſchienen, wie es die 3te Figur darſtellt. Ich legte nemlich die Achſe eines dreyfüfsigen achromatiſchen Fernrohrs, mit welchem alle folgende Beobachtungen angeſtellt wurden, mit dem Kopf des weſtlichen Pfahls in gleicher Höhe, und liefs den öſtlichen Pfahl ſo weit hineintreiben, dafs der Kopf deſſelben mit dem Firſt des Hauſes in grader Linie war. Das Haus ſpiegelte ſich, als dieſes geſchah, nach unten.

Darauf wurde täglich dreymal, Morgens, Mittags und Abends, beobachtet, und jedesmal auf einem am weſtlichen Pfahle vertical angebrachten Maafsſtabe nachgeſehn, um wie viel Zoll das Fernrohr über die Kopffläche dieſes Pfahls erhöht oder erniedrigt werden muſste, damit der Firſt des Hauſes auf Hochſand und die Kopffläche des öſtlichen Pfahls, beide in der Axe des Fernrohrs ſich deckend erſchienen. Muſste das Fernrohr erhöht werden, ſo fand *Depreſſion*; muſste es erniedrigt werden, *Erhebung* des Hauſes auf Hochſand ſtatt. Jene fand nur einigemal ſtatt, und wurde dann im

Journal mit — bezeichnet. Dieſe war viel häufiger; oft ragte ein Theil des Hauſes, zuweilen das ganze Haus über dem Kopf des öſtlichen Pfahls hervor, und man erniedrigte denn das Fernrohr bey dem weſtlichen Pfahl um ſo viel Zoll, als nöthig war, um den Firſt des Hauſes mit dem öſtlichen Pfahle zu gleicher Höhe zu bringen. Die Erſcheinung des Firſts, wie ſie am 15ten December zu Mittage war, gab o.*).

An welchen Tagen überhaupt *Spiegelung* geweſen iſt, oder nicht, beobachtete und notirte ich ſchon ſeit dem erſten September 1794. Aus dieſen Notaten ergiebt ſich, daſs das Phänomen ſtatt hatte

im September an 19 Tagen
— October an 16 Tagen
— November an 8 Tagen
— December an 11 Tagen
— Januar 1795 an 10 Tagen.

Unter den übrigen Tagen ſind jedoch manche mit zweifelhafter Spieglung, wenn Nebel, Dünſte, Regen oder Schnee den ganzen Tag hindurch die entlegnen Gegenſtände umhüllten. Wenn dieſes der Fall war, wurde es im Journale bemerkt; doch zu-

*) Wir werden bald ſehn, daſs dieſer Mittelpunkt nicht mit der natürlichen Gränze zwiſchen Erhebung und Depreſſion übereinſtimmte, ſondern etwas zu hoch lag, und ſchon eine Depreſſion zeigte. *d. H.*

weilen, wenn das Haus auf Hochfand wegen der gröfsern Entfernung und vielen Dünften nicht zu erkennen war, nahm man an Gegenftänden im Lande Hadlen eine deutliche Spieglung wahr.

Der helle *Lichtftreif* unter den Bildern war im Januar felten recht merklich; dagegen fah man ihn vom 15ten bis 21ften December täglich ganz ftark, und er zitterte am untern Rande, wie es mitten im Sommer zu gefchehn pflegt, nemlich in anfcheinend fortlaufenden Wellen. Diefes *Zittern* beym Froftwetter fiel mir fehr auf, und ich halte feitdem dafür, dafs diefe *Wellen* keine Dämpfe find, wie ich zuvor glaubte, fondern nichts anders als plötzlich abwechfelnde Aenderungen in der Reflexionsgränze. Denn da fie fich in dem untern Theil des hellen Streifs oder Luftbildes finden, fo gehören fie zum obern Theil des fich fpiegelnden Theils der Atmofphäre, und es ift wahrfcheinlich, dafs es keine fo beftimmte Gränze diefes Theils giebt. Damit möchte ich jedoch nicht behaupten, dafs es mit der Zitterung aller übrigen Objecte, die man zuweilen im Sommer fieht, auf eben diefe Weife zugehe.

Unter *heiterer Luft* hat man Sonnenfchein ohne Gewölk zu verftehn; doch waren dann meift fo viel Dünfte nahe am Horizonte, dafs die Luft in gröfsern Entfernungen undurchfichtig war, indefs man bey bedeckter Luft die entlegnen Gegenftände nicht felten viel beffer fah. Seit dem 14ten

Januar waren die Erde und die Eisfläche des Stroms mit etwas Schnee bedeckt, und seitdem zeigte sich wenig, zuweilen gar nichts, von dem hellen Lichtstreif unter den Bildern, obgleich die verkehrten Bilder der dunkeln Objecte an ihrer Gestalt deutlich zu erkennen waren, und daher als Spiegelung in dem Journal notirt sind.

Folgende Tafel enthält die Beobachtungen über die Spieglung und Hebung entlegner Gegenstände, mit der gleichzeitigen Witterung während des Decembers 1794. und Januars 1795., um die *Mittagszeit* beobachtet.

1794 Dec.	Barometer. engl. Zoll.	Thermometer. Fahr. Grad.	Wind: Geschwindigkeit.	Wind: Richtung.	Witterung.	Spiegelung.	Hebung des Hauses auf Hochsand. Zoll.
15	30,32	25	8	SSO	bedeckt	Spiegl.	o
16	30,48	24	8	SSO	gewölkt	Spiegl.	o
17	30,50	27	17	S	heiter	Spiegl.	o
18	30,33	27	16	SSO	heiter	Spiegl.	o
19	30,25	28	15	SSO	heiter	Spiegl.	o
20	30,34	25	29	OSO	heiter	Spiegl.	o
21	30,34	32	32	O	bedeckt	Spiegl.	o
22	30,23	25	38	OSO	bedeckt	zweifelh.	Dünste; unsichtbar.
23	30,20	23	42	OSO	heiter	Spiegl.	o
24	30,13	21	41	O	heiter	etwas	Dünste; unsichtbar.
25	29,68	20	39	O	Schnee	zweifelh.	Schneegest. unsichtbar.
26	29,60	30	19	O	bedeckt	keine	$+2\frac{1}{4}$
27	29,93	34	31	ONO	bedeckt	keine	$+4\frac{1}{2}$
28	29,21	32			bedeckt	keine	$+3$
29	30,03	37	26	NW	Neb. Reg.	keine	$+4\frac{1}{4}$
30	29,96	33	18	NW	gewölkt	keine	$+5\frac{1}{8}$ *)
31	30,03	21	o	O	heiter	keine	$+6$ *)
1795 Jan.							
1	30,20	20			Nebel, Reif	zweifelh.	Nebel unsichtbar.
2	30,24	23	22	SW	bedeckt	Spiegl.	Dünste uns.
3	30,92	27	16	WSW	bedeckt	zweif.	Dünste uns.

*) Das ganze Haus war über dem östlichen Pfahl erhaben.

1795 Jan.	Barometer. engl Zoll	Thermometer. Fahr Grade	Windgeschwindigkeit.	Richtung.	Witterung	Spiegelung.	Hebung des Hauses auf Hochsand. Zoll.
4	30,47	27	21	SW	gewölkt	Spiegl.	$-\frac{1}{3}$
5	30,08	35	42	WSW	N. Reg	zweif.	unsichtbar.
6	30,09	39	36	WNW	N. Reg	zweif.	unsichtbar.
7	30,37	37	7	W	heiter	keine	$+14\frac{1}{2}$ *)
8	30,15	32	16	W	Nebel		unsichtbar.
9	29,90	34	24	NNW	etw. bed	keine	$+4\frac{1}{2}$
10	30,23	32	21	NNW	Reg gewölkt	keine	$+4\frac{1}{2}$
11	30,14	33	28	NNW	gewölkt	keine	$+4$
12	30,23	29	15	NNO	gewölkt	keine	$+3\frac{1}{2}$
13	30,46	27	9	NNO	gewölkt	Spiegl.	o
14	30,36	27	24	ONO	Schnee gestöb.	Spiegl.	o
15	30,54	15	22	ONO	gewölkt	Spiegl.	undeutlich.
16	30,13	23	48	O	bedeckt	zweif.	Schnee unf.
17	29,99	25	21	OSO	bedeckt	zweif.	$+1$
18	29,82	26	17	O	gewölkt	zweif.	Dünfte unf.
19	29,91	21	24	O	bedeckt	zweif.	unsichtbar.
20	30,01	17	27	O	gewölkt	Spiegl	-4
21	30,14	13	26	O	heiter	Spiegl.	Dünfte unf.
22	30,07	8	19	OSO	heiter	Spiegl.	unsichtbar.
23	29,82	12	20	O	gewölkt	Spiegl.	unsichtbar.
24	29,96	20	6	N	bedeckt	Spiegl	$-\frac{1}{2}$
25	30,14	20	21	WSW	bedeckt	zweif.	unsichtbar.
26	30,12	22	26	SSO	gewölkt	Spiegl.	-1
27	29,36	39			Neb. Reg.	zweif.	unsichtbar.
28	29,34	33	24	NO	Schn. N.	zweif.	Sch. N. unf.
29	29,92	27	28	N	heiter	Spiegl	o
30	30,09	31	18	NNW	heiter	keine	$+3\frac{1}{2}$
31	30,03	30			Schnee	zweif.	Schnee unf.

*) Das ganze Haus ragt über den öſtlichen Pfahl hervor.

Aus dieſer Tabelle erhellt beym erſten Anblick, daſs bey *verſtärkter Refraction* oder *Hebung* des Hauſes *niemals Spiegelung geweſen iſt*, und daſs umgekehrt bey der Spiegelung das Haus ſtets weniger erhaben war, folglich dabey eine *relative Depreſſion* der Objecte ſtatt hat. Ob aber bey der Spieglung eine *abſolute Depreſſion*, oder vielleicht noch Erhebung, oder keines von beiden ſtatt finde, d. h., ob die Strahlen, durch welche die Kopffläche beider Pfähle und der Firſt des Hauſes in grader Linie geſehn werden, nach oben oder nach unten zu convex oder grade Linien ſind, das kann nur durch Rechnung ausgemacht werden, zu der wir aber genauerer Maaſse, als der vorhin angegebenen, bedürfen.

Nach der Meſſung des Herrn Gränzinſpectors *Reinke* in Hamburg, der die oben erwähnte Karte aufgenommen hat, beträgt die Entfernung des Hauſes auf Hochſand vom Ritzebütteler Schloſs genau 64240 hamb. Fuſs; das Perpendikel von dem Hauſe auf den Meridian des Schloſſes gezogen, 63972 hamb. Fuſs; und das dadurch abgeſchnittene Stück des Meridians 5867 hamb. Fuſs. Aus dieſen Datis ergiebt ſich mit Hülfe ſpecieller Riſſe die Entfernung des weſtlichen Pfahls vom Hochſander Hauſe auf 63716 hamb. Fuſs. Beide Pfähle ſtehen nach genauer Meſſung 1072 hamb. Fuſs weit von einander ab. Die Höhe des Hauſes, von einem dahin geſchickten Manne gemeſſen, beträgt $39\frac{1}{4}$ hamb. Fuſs, und die Höhe des Hügels,

worauf es ſteht, über der Meeresfläche, 21 Fuſs. Dieſe letztere Höhe iſt bis auf $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{2}$ Fuſs ungewiſs, daher man die Höhe des Firſtes über der Meeresfläche auf 61 hamb. Fuſs rechnen kann. Der weſtliche Pfahl ragt 15′ 10$\frac{1}{2}$″, der öſtliche 15′ 1″ über der Meeresfläche hervor. Der Durchmeſſer der Erde zu 6538594 Toiſen gerechnet, beträgt 44483033 hamb. Fuſs, wofür ich 44483000 Fuſs ſetzen werde.

Denkt man ſich nun durch den Kopf B des weſtlichen Pfahls AB (Fig. 4.) die ſcheinbare Horizontallinie $B\beta$ (oder durch deſſen Fuſs $A\alpha$) und zugleich die wahre, d. h. einen mit der Meeresfläche concentriſchen Kreisbogen AD; ſo läſst ſich fragen:

1) Wie viel ſenkt ſich auf 1072 Fuſs und auf 63716 Fuſs Entfernung die wahre Horizontallinie AD unter die ſcheinbare $A\alpha$? — Nach der bekannten Formel um $\frac{1072}{44483000}$ und um $\frac{63716^2}{44483000}$, d. i. im erſten Fall um 0,3096, im letztern um 91,265 hamb. Fuſs, oder in jenem um $\frac{3}{10}$ Zoll, in dieſem um 91$\frac{1}{4}$ Fuſs.

2) Wie viel ſenkt ſich die grade Linie durch die Köpfe beider Pfähle auf die angegebenen Entfernungen? — Der Unterſchied der Höhe der beiden Pfähle über der Meeresfläche beträgt 9$\frac{1}{2}$ Zoll. Dazu $\frac{3}{10}$ Zoll, um welche ſich die ſcheinbare Horizontallinie über die wahre auf 1072 Fuſs erhebt; giebt 9$\frac{4}{5}$ Zoll, als ſo viel ſich die grade Linie

durch die Köpfe beider Pfähle unter dem ſcheinbaren Horizonte ſenkt *). Dieſe Senkung iſt der Entfernung proportional, beträgt folglich für 63716 Fuſs, $\frac{63716 \cdot 9\frac{4}{7}}{1072,12} = 48\frac{3}{5}$ Fuſs.

Da nun die ſcheinbare Horizontallinie über die wahre am Hauſe auf Hochſand um $91\frac{1}{4}$ Fuſs, die grade Linie durch die Kopfflächen beider Pfähle, dort aber um $48\frac{3}{5}$ Fuſs unter der ſcheinbaren Horizontallinie wegging; ſo muſste der Firſt des Hauſes auf Hochſand um 42,66 Fuſs über der wahren Horizontallinie durch den Kopf des weſtlichen Pfahls erhaben ſeyn, wenn die Köpfe beider Pfähle und der Firſt in grader Linie gelegen hätten. Der Firſt des Hauſes lag aber 61, und der Kopf des weſtlichen Pfahls, durch den die wahre Horizontallinie geht, 15′ 1″ über der Meeresfläche. Alſo iſt der Firſt über die wahre Horizontallinie beyläufig 45′ erhaben, mithin ungefähr 2 Fuſs höher, als es die grade Linie erfordert. Sind dieſe 2 Fuſs nicht kleinen Irrungen im Meſſen und

*) Das giebt eine Senkung der Nulllinie unter der ſcheinbaren Horizontallinie von 2′ $36\frac{4}{5}$″. Will man daher die ſcheinbare Horizontallinie zum Mittel der Depreſſionen und Hebungen machen; ſo müſste die vorige und die folgende Tafel des Herrn Woltmanns dahin reducirt werden, daſs man jede Depreſſion um 2′ $36\frac{4}{5}$″ vermehrte, jede Hebung um eben ſo viel verminderte, da denn der Depreſſionen weit mehrere werden würden, als die Tafel zeigt. *Grub.*

Rechnen zuzuſchreiben, ſo hätte, als die Pfähle eingeſchlagen wurden, allerdings eine abſolute *Depreſſion* bey der Spiegelung ſtatt gehabt, die doch meiſtens ſehr gering, und nur am 20ſten Jan., als man den Tubus 4 Zoll über den weſtlichen Pfahl erhöhen muſste, beträchtlich war. Denn an dieſem Tage betrug die Neigung der Obſervationslinie unter dem ſcheinbaren Horizonte $9\frac{1}{2} + 4$ d. i. $13\frac{1}{2}$ Zoll auf eine Weite von 1072 Fuſs, welches auf die ganze Länge bis zum Hauſe auf Hochſand etwa 19 Fuſs mehr Erniedrigung, und eben ſo viel mehr Depreſſion des Hauſes giebt.

Das Haus auf Hochſand ſtand vom öſtlichen Pfahle um 63716 — 1072, d. i. um 62644 hamb. Fuſs ab. Geſetzt alſo, der Tubus werde am weſtlichen Pfahl um 1 Zoll erhöht oder erniedrigt; ſo beträgt das am Hauſe auf Hochſand $\frac{62644}{1072.12}$ = 4,8 hamb. Fuſs. Hieraus läſst ſich ſogleich für jeden Fall die Gröſse der Erhebung oder der Depreſſion überſehn, und daſs ſo z. B. am 7ten Januar, als der Tubus $14\frac{1}{2}$ Zoll erniedrigt werden muſste, dieſe ſtärkſte Erhebung des Hauſes 69 Fuſs, folglich mehr als noch einmal ſo viel, als die wirkliche Höhe des Hauſes über der Meeresfläche, betrug.

Zu 1 Zoll oder $\frac{1}{12}$ Fuſs Erhebung oder Depreſſion, wie ſie der Tubus am weſtlichen Pfahle zeigte, gehört ein Winkel, deſſen Tangente

$\frac{1:12}{1072}$ = 0,0000777 ist, mithin ein Winkel von 16 Secunden. Die *stärkste Hebung* in der Tafel gehört also sehr nahe zu einem Winkel von 3′ 52″. Nimmt man den Weg des Lichtstrahls für einen Kreisbogen, so ist die Amplitudo desselben das Doppelte dieses Winkels, also 7′ 44″. Die Meeresfläche ist auf einer Länge von 62644 hamb. Fuss in einen Kreisbogen von 9′ 40″ gekrümmt. Folglich verhält sich der Krümmungshalbmesser der Bahn des Lichtstrahls, zum Erdhalbmesser, nahe wie $9\frac{2}{3}:7\frac{3}{4}$, da bey gleicher Länge der Bogen, die Krümmungshalbmesser verkehrt proportional sind. Aus dieser so starken Krümmung der Lichtstrahlen wird es begreiflich, *wie entfernte Gegenstände, die von nähern bedeckt, oder unter dem Horizont befindlich* und nach graden Linien nicht sichtbar *sind, dennoch durch eine solche Hebung*, die nach den Quadraten der Entfernungen zunimmt, *sichtbar werden können.* Die stärkste unter den beobachteten Hebungen betrug $14\frac{1}{2}$, die gröfste Senkung 4 Zoll, folglich machen sie einen Winkel von 296 Secunden oder beynahe 5 Minuten. Auch die *astronomische Horizontalrefraction* würde daher wenigstens um eben so viel, d. i. etwa um $\frac{1}{6}$ ihrer ganzen Gröfse veränderlich und ungewifs seyn *).

*) Bey den gleich folgenden fortgesetzten Beobachtungen fand sich eine Hebung von 33, und eine Senkung von $5\frac{1}{2}$ Zoll, mithin eine Hebung

Wie nahe endlich die grade Linie BG (Fig. 4.) durch den Firſt des Hauſes G und durch den Kopf des weſtlichen Pfahls B an der Meeresfläche ADF hinſtreicht, giebt folgende Rechnung: Sie ſenkt ſich auf 1072 Fuſs um $9\frac{4}{5}$ Zoll, mithin um $2'\ 36\frac{4}{5}''$ unter den ſcheinbaren Horizont $B\beta$ oder $A\alpha$; ſo groſs muſs alſo auch der Erdbogen AD zwiſchen dem weſtlichen Pfahle und dem Puncte D ſeyn, wo eine Parallellinie mit ihr, MDN, welche die Meeresfläche berührt, dieſe trifft. Dieſer Berührungspunct D ſteht mithin vom Hauſe um $9'\ 50\frac{4}{5}'' - 2'\ 36\frac{4}{5}''$ d. i. um $7'\ 14''$ ab, oder vom weſtlichen Pfahle um $157''$, vom Hauſe um $434''$. Sehr nahe wie dieſe Bogen AD, DF verhalten ſich die beiden Stücke der berührenden Linien MD, DN, und die Stücke MA, NF ſehr nahe wie $MD^2 : DN^2$. Nun betrage der Abſtand der beiden Parallellinien von einander x Fuſs, ſo ſind AB, NG ſehr nahe gleich x, und dieſes von der Höhe des Pfahls und des Hauſes abgezogen, $AM = 15'\ 10\frac{1}{2}'' - x$ und $NF = 61' - x$. Folglich verhält ſich $15\frac{1}{2} - x : 61 - x = 157^2 : 434^2$, woraus ſich x nahe $= 9$ Fuſs ergiebt; und ſo

von 528″ oder 8′ 48″ und eine Senkung von 88″, alſo eine Verſchiedenheit von 10′ 6′, welche eine noch einmal ſo groſse Veränderlichkeit der Horizontalrefraction, als die angegebne, beweiſt. Eben ſo werden aus der unglaublichen Hebung von 8′ 48″ die ſonderbaren Beobachtungen Ellicots, Lathams, und Vince's völlig begreiflich, wie entfernte ſonſt unſichtbare Klippen hoch aus dem Meere anſteigen konnten. *d. H.*

weit bleibt die grade Linie zwiſchen dem Firſt des Hauſes und dem weſtlichen Pfahle von der Meeresfläche entfernt.

* * *

Die Beobachtungen, welche in der vorigen Tabelle mitgetheilt ſind, hat Herr Woltmann ſeitdem noch 9 Monate lang, bis zu Ende Octobers 1795, ununterbrochen fortgeſetzt, und folgendes ſind die intereſſanten Reſultate dieſer zuſammenhängenden Reihe von Beobachtungen, welche die zuſammenhängendſten und ſchärfſten ſind, die wir bis jetzt über die Strahlenbrechung irdiſcher Gegenſtände beſitzen.

1795 im	1) Anzahl der Spieglungen Morgens	Mittags	Abends
Februar	5	6	4
März	6	6	4
April	8	3	1
May	19	18	18
Juni	20	11	12
Juli	25	19	16
Auguſt	27	14	13
September	28	17	14
October	13	8	8

Man ſieht aus dieſer Tafel, wie oft ſich das Haus auf Hochſand, oder, wenn dieſes nicht deutlich zu ſehn war, andre Gegenſtände im Lande Khedingen, *ſichtlich unterwärts geſpiegelt* haben; z. B. im Februar fünfmal des Morgens, ſechsmal des Mittags, viermal des Abends; zu allen übrigen Zeiten fand dieſes Phänomen entweder nicht ſtatt, oder die Gegenſtände waren wegen trüber Luft unſichtbar.

2) Des Hauſes auf Hochſand

1795 im	Anzahl d. Beobach-tungen	mittlere Hebungod. Depreſſ. Zoll	gröſste Depreſ-ſion Zoll	gröſste Hebung Zoll
Februar				
Morg.	14	1,8	— $2\frac{1}{4}$. V.	18
Mitt.	15	2,31	d. 28ſten	d. 16ten
Ab.	13	2,6	Morg.	Nachm.
März				
Morg.	16	1,88	— $2\frac{1}{2}$. V.	27*
Mitt.	21	4,43	d. 15ten	d. 25ſten
Ab.	17	6,54	Morg.	Nachm.
April				
Morg.	26	1,51	— 3. V.	26
Mitt.	25	7,11	d. 14ten	d. 22ſten
Ab.	21	8,99	Morg.	Mitt.
May				
Morg.	16	1,3	— $5\frac{1}{2}$. V.	32*
Mitt.	18	3,21	d. 9ten	d. 18ten
Ab.	14	2,00	Morg.	Mitt.
Juni				
Morg.	19	1,01	— $4\frac{1}{8}$. V.	33
Mitt.	24	5,87	d 21ſten	d. 4t. Mitt.
Ab.	25	5,74	Mitt.	(22. A. d. 8ten Nachm.)
Juli				
Morg.	21	— 0,33	— 4. V.	20
Mitt.	18	0,78	d. 16ten	d. 21ſten
Ab.	24	1,44	Morg.	Nachm.
Auguſt				
Morg.	21	— 0,08	— $3\frac{1}{2}$. V.	16. A.
Mitt.	24	0,8	d. 12ten	d. 27ſten
Ab.	26	1,97	Mitt.	Nachm.
September				
Morg.	20	— 0,56	— 3. V.	$26\frac{1}{2}$
Mitt.	25	3,28	d. 20ſten	d. 8ten
Ab.	24	4,42	Morg.	Nachm.
October				
Morg.	18	0,05	— $4\frac{1}{2}$. V.	$18\frac{1}{2}$. A.
Mitt.	23	2,45	d. 24ſten	d. 1ſten
Ab.	17	4,41	Morg.	Nachm.

In

In dieſem zweyten Theil der Tabelle findet man zuerſt die *Anzahl der Beobachtungen*, aus welchen die mittlern Hebungen oder Depreſſionen des Hauſes auf Hochſand in jedem Monat berechnet ſind. Zu allen übrigen Zeiten war das Haus gar nicht, oder doch nicht deutlich genug zu ſehn, daſs man die Hebung deſſelben hätte beſtimmen können.

Die *Hebungen* und *Depreſſionen* des Hauſes ſind durch die Menge von Zollen beſtimmt, um welche das Fernrohr am weſtlichen Pfahle über den Stand, den es am 15ten December 1794 hatte (S. 411), erniedrigt oder erhöht werden muſste, um den Firſt des Hauſes mit der Kopffläche des öſtlichen Pfahls in gleicher Höhe zu ſehn. Die Depreſſionen haben das — Zeichen. Um das Mittel zu finden, wurden alle Erhebungen oder + Zahlen, und alle Depreſſionen oder — Zahlen, jede für ſich addirt, die kleinere Summe von der gröſsern abgezogen, und der Reſt durch die Zahl aller Beobachtungen dividirt. Die gröſsten poſitiven und negativen Zahlen des Journals in jedem Monat, gaben die *gröſste Erhebung* und die *gröſste Depreſſion*. So erhält man in dieſer Tabelle eine intereſſante Ueberſicht von der Gröſse der irdiſchen Refraction und ihrer Aenderung. Doch beziehn ſich alle dieſe Erhebungen und Depreſſionen auf eine Nulllinie, die ſchon $2' 36\frac{4}{5}''$ Depreſſion unter der ſcheinbaren Hori-

zontallinie hat, und wären wohl billig auf dieſe als die wahre Nulllinie zu reduciren. (ſ. S. 419. Anm.)

Ein paarmal (am 25ſten März und am 22ſten April) war der Elbhorizont über den Firſt des Hauſes auf Hochſand erhaben; dieſes wenigſtens nicht ſichtbar. Die mit * bezeichneten Zahlen bedeuten die *Erhebung des Waſſerhorizonts*, nicht die des Hauſes. — Ferner habe ich dreymal (den 8ten Iuli, 27ſten Auguſt und 1ſten October) ſtets Nachmittags, die entlegnen Gegenſtände, nemlich die jenſeitige Küſte der Elbe im Holſteinſchen mit ihren Häuſern, Kirchen u. ſ. w., das Haus auf Hochſand, das Land Kehdingen und zum Theil das Land Hadeln, bey ſtarker Hebung, *aufwärts in der Luft ſich deutlich ſpiegeln* ſehn. Die gleichzeitige Hebung des Hauſes bey dieſem Phänomen iſt mit A bezeichnet. Das umgekehrte Zeichen V bedeutet *Spieglung unterwärts*.

Reſultate.

1.

Nach den Beobachtungen, die vom Anfang Februar bis Ende October angeſtellt wurden, betrug die

	Morg.	Mitt.	Ab.
mittlere Refraction	11″,9	52″,5	67″,8
kleinſte Refraction	— 52″	— 41″,3	— 32″,4
gröſste Refraction	99″,1	328″	330″,2

Im Durchſchnitt genommen betragen folglich die *Senkungen* oder *Depreſſionen* des Morgens am mehrſten, des Abends am wenigſten, dagegen umgekehrt die *Erhebnngen* des Morgens geringer, des Abends ſtärker ſind *). Die gröſste Erhebung und Erniedrigung ſind zuſammen 528″ + 28″ = 10′ 16″; um ſo viel (mehr oder weniger, nachdem der Gegenſtand weiter oder näher iſt) ſcheint man folglich bey geometriſchen Höhenmeſſungen fehlen zu können, wenn man ſie auf gerathewohl unternimmt, und keine Merkmale zur Verbeſſerung, wegen der jedesmaligen Beſchaffenheit der Strahlenbrechung hat.

2.

Was *die Spieglung mit nmgekehrten Bildern unterhalb der Gegenſtände* betrifft, ſo hatte dieſes Phänomen, wie man aus der obigen Tafel ſieht, bey Gegenſtänden, die über eine *Waſſerfläche* fort geſehn wurden, ſehr oft ſtatt. Faſt immer, wenn das Haus auf Hochſand ſich ſo ſpiegelte, war es mit den beiden Pfählen in gleicher Höhe, oder unter der Kopffläche des öſtlichen

*) Damit ſtimmen die Beobachtungen *Ellicots* im vorigen, und *Vince's* und *Latham's* in dem folgenden Stück der Annalen aufs beſte zuſammen, welche die auſserordentlichen Hebungen entlegner ſonſt unſichtbarer Küſten, die ſie beſchreiben, des Nachmittags, wenigſtens, in gröſster Stärke ſahen. *d. H.*

Pfahls gesenkt, selten um 1 bis $1\frac{1}{2}$, und nie über 2 Zoll darüber erhaben. — Umgekehrt waren alle Erniedrigungen mit Spieglungen des Hauses und andrer entlegner Gegenstände über dem Wasser her begleitet, so dass man das Haus selbst und zugleich ein deutliches umgekehrtes Bild unter demselben sah.

Es ist schon vorhin dargethan worden, dass dieses auf keiner wahren katoptrischen Spieglung, sondern auf einer der gewöhnlichen atmosphärischen Refraction entgegengesetzt wirkenden *Strahlenbrechung* beruhe, welche die Lichtstrahlen nach oben krümmt, so dass ihre Bahn nach unten zu convex wird. Ist das wirklich der Fall, so lässt sich wol nicht annehmen, dass zwey Lichtstrahlen, welche von einem Puncte des Objects ausgehn, in senkrechter Ebne bleiben, und in einem Puncte, nemlich im Auge, wieder zusammen kommen, folglich zwey Lichtstrahlen, die sich in ihrer ganzen Bahn nicht weit von einander entfernen können, eine entgegengesetzte Brechung leiden, und der eine aufwärts, der andre herabwärts gekrümmt werden sollte*). Vielmehr sind dann höchstwahrscheinlich sowohl die Strahlen, durch welche man den entlegnen Gegenstand, als die, durch welche man das Bild sieht, unterwärts gebogen, nur diese mehr als jene, so *dass auch das Object eine absolute Erniedrigung* in Ver-

*) Höchstens nur in sehr einzelnen Fällen, dergleichen *Vince* beobachte, zu haben scheint. *d. H.*

gleich der horizontalen (oder faſt horizontalen) Strahlen, durch die es ſonſt geſehn wird, *erleidet* *).

Da nun, ſo oft das Haus auf Hochſand in oder unter der *pro baſi* angenommnen Linie (durch die Kopffläche der beiden Pfähle und den Firſt des Hauſes) erſchien, oder darunter, eine Spieglung unterwärts ſtatt fand; ſo war dieſe Linie nicht grade, ſondern ein wenig unterwärts gekrümmt, und der weſtliche Pfahl ſteht etwas höher, als es die grade Linie durch den Firſt und den vordern Pfahl erfordert hätte. Und da noch bey $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Zoll Hebung verſchiedentlich eine Spieglung unterwärts ſtatt fand; ſo möchte die Scheitelplatte des weſtlichen Pfahls, oder der Nullpunct, um $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Zoll zuhoch geſtanden haben **). Zwar war einige wenige mal bey Spieglungen unterwärts das Haus $\frac{3}{4}$ und 1 Zoll, einmal ſogar 2 Zoll erhaben; als man aber einige Minuten ſpäter die Beobachtungen wiederholte, war das Object auf *o* geſunken; dieſe wenigen unregelmäſsigen Beobachtungen entſchieden daher nichts, da ſie von zufälligen Veränderungen, oder von dem Uebergange der Luft aus einem Zuſtand in einen andern, abzuhängen ſcheinen ***). Der Beobachtungen von $\frac{1}{4}$ bis

*) Vergl. *Huddarts* Theorie, Annal. d. Ph. III. 261, d. H.

**) Vergl. S. 419 Anm.

***) Da die ſcheinbare Horizontallinie 9$\frac{1}{2}$ Zoll Hebung über H. Woltmanns Nulllinie hatte; ſo iſt

½ Zoll Hebung bey Spieglungen, ſind dagegen beträchtlich viele, daher dieſe billig zur Regel gezogen werden.

3.

So wie die Erniedrigungen mit einer Spieglung unterwärts, ſo ſind *ſehr ſtarke Erhebungen* auch *mit einer Spieglung oberwärts* begleitet. Doch iſt dieſes Phänomen mit deutlichen, vollſtändigen Bildern ſehr ſelten, und wurde in 9 Monaten nur dreymal wahrgenommen; mit unkenntlichen und verworrnen Bildern iſt es häufiger, und bey jeder auſserordentlichen Hebung, heiſser Luft, etc., vorhanden.

Das Bild des Waſſerhorizonts erſcheint dabey zu oberſt in vollkommen grader Linie, an welcher die Bilder der Häuſer, Ufer, Hügel, Mühlen, Bäume etc. unterwärts *umgekehrt*, wie bey der vorigen Art von Spieglung, hängen. Zuweilen trennt ein Luftſtreifen das verkehrte Bild von dem darunter ſtehenden Gegenſtande; doch ſtoſsen häufiger Bild und Gegenſtand zuſammen, und vermiſchen ſich ſo, daſs keins von beiden kenntlich iſt, und das Ganze wie eine hohe Seeküſte, mit vielen ſenkrechten Strichen, erſcheint.

Da es bey dieſer Spieglung oberwärts auſser Zweifel iſt, daſs die Strahlen des Gegenſtands

bey allen Spieglungen ohne Ausnahme Depreſſion, ſo wie bey Spieglungen aufwärts, Hebung über dieſe ſcheinbare Horizontallinie. *Grab.*

und des Bildes, beide durch Brechung aufwärts müſſen gekrümmt werden, ſo läſst ſich hierdurch analogiſch die Brechung niederwärts bey der untern Spieglung beſtätigen *).

*) Schon *Wetterling* in ſeiner Abhandlung *von zwey an den Schwediſchen Küſten bemerkten Erſcheinungen, Erhebung (Hägring) und Seegeſicht (Gunnilas Oerar)* in den Neuen Abh. der kön. Schwed. Akad. der Wiſſ. für 1788, ſcheint dieſe Spieglung oberwärts (*Seegeſicht*) eben ſo wohl als die herabwärts beobachtet zu haben. „Die wirkliche *Erhebung* (Hägring), ſagt er, macht nicht nur Gegenſtände ſichtbar, die hinter andern ſtehn, ſondern ſelbſt ſolche, die zu tief unter dem Horizonte liegen, als daſs die gewöhnliche Strahlenbrechung ſie zum Auge bringen könnte. Bey einer Beobachtung vom 1ſten Juni 1785 bemerkte er, „daſs meiſt alle Gegenſtände von der *Erhebung* gleiche Höhe erhielten. — Das Fernrohr zum Nivelliren beſtätigte es, daſs die Stelle, welche der erſte Streif der Erhöhung über die ſchwediſchen Klippen einnahm, beſtändig die Gränze der Höhe blieb, und daſs der Zuwachs niederwärts in einer ſpitzigen oder kolbigen Geſtalt geſchah. — Der *Erhebung* obere Ebne war zunächſt eine grade ſcharfe Linie, ſo lang als der Klippen Grundlinie; der untere zuwachſende Theil hatte eine ordentliche kolbige Geſtalt, doch mit ſo matter Umgränzung am Mittel der Beugung, daſs er von gewöhnlicher Luft durchbrochen ſchien. Es war auch faſt unmöglich, Farben der Körper und ihrer *Erhebungen* zu unterſcheiden. Die lichten Berge gaben eben die *Erhebung* wie die

4.

Die *Bilder der Spieglung unterwärts* sind sehr unbeständig und wandelbar; sie werden bald

Berge.„ Zwar sagt *Wetterling* weiterhin: „Durch die *Erhebung* zeigen sich alle Gegenstände aufgerichtet, und nicht das oberste zu unterst gekehrt, wie man anfangs aus dem ersten Anwachs der Erhebung schliessen sollte.„ Allein ich bin geneigt dieses von der Erhebung der Objecte selbst, nicht von ihrer obern Spieglung zu verstehn.

Merkwürdig ist es, dass nach allgemeiner Erfahrung der Seeleute, wie *Wetterling* bemerkt, diese *obern starken Spieglungen (Gunnilas Oerar) eine Vorbedeutung grosser Stürme sind.* Stürme sind heftige Strömungen, womit die Luft das gestörte Gleichgewicht herzustellen sucht. Es wäre aber kein Grund zu solchen Strömungen vorhanden, wofern nicht eine dünnere Luftschicht ziemlich lange sich unter einer dichtern ruhig erhalten könnte; die, sobald sie sich zu überwerfen anfangen, die ganze Luftregion in die gewaltigste Bewegung setzen. Von einer ähnlichen Ursach spricht *Franklin*, da er das Aufwirbeln der Wasserhosen erklärt. Vor beiden Erscheinungen geht eine Windstille her. Die dünnere Luftschicht hält sich also noch ruhig unter der dichtern und schwerern, und das Phänomen der *Gunnilas Oerar* kann in der dünnern sich bilden, bis der Kampf der Luftschicht anfängt. *Grub.*

Der Leser vergleiche hiermit die Bemerkungen *Huddart's Ellicot's, Nicholson's* und *Woltmann's*

d. H.

gröſser, bald *kleiner*, bald in Stücken getrennt, und ſind zuweilen eine Zeitlang in ſteter Bewegung. Ihre ganze Dauer iſt ſelten über 2 Stunden von 3 bis 5 Uhr, oder 4 bis 6 Uhr Abends.

Bei den beiden Spieglungen *unterhalb* und *oberhalb*, iſt noch folgender optiſcher Betrug zu bemerken: Bey der *erſtern* ſcheinen die Gegenſtände ſelbſt ſehr erhaben und in der Luft zu ſtehn, ſind aber in der That niedriger, als zu jeder andern Zeit. Bey der *letztern* hingegen ſcheinen die Gegenſtände ſelbſt ſehr niedrig zu ſeyn, und kaum etwas über dem Horizonte, der ſelbſt ſehr erhoben iſt, hervorzuſtehn. Der ganze Gegenſtand iſt aber in der That bey dieſem Phänomen auſserordentlich erhaben, obwohl, wie es ſcheint, zuweilen die untern Theile verhältniſsmäſsig mehr als die höhern, da denn der Gegenſtand niedergedrückt erſcheint. Ob aber bey dieſer Spieglung oberwärts eine unregelmäſsige Strahlenbrechung, vermöge der die Strahlen von den untern Theilen des Gegenſtandes die von den obern durchkreuzen, vorgehe, oder überhaupt möglich ſey, und ob dabey ein vollkommnes Bild entſtehn könne, über alles das kann ich mit Gewiſsheit bis jetzt nichts entſcheiden *).

Beide Spieglungen, unterwärts und oberwärts, ſind, ſo viel ich mich erinnere, ſehr gut in einem

*) Darüber giebt *Vince's* künftig mitzutheilender Aufſatz die erwünſchte Auskunft. *d. H.*

Auffatze von *Martinet Warneemingen omtrent het Opdoemen van Zee en Land* in den Verhandelingen der holl. Akad. der Wiſſenſch. zu Harlem. Th. 27. St. 2. beſchrieben.

5.

Mit ſüdlichem und weſtlichem Winde und bey niedrigem Barometerſtande war *die Erhöhung* der Gegenſtände in der Regel ſtärker, als bey nördlichem und öſtlichem Winde und hohem Barometerſtande, und unter dieſen letztern Umſtänden geht die irdiſche Refraction nicht ſelten in wirkliche *Erniedrigung* mit Spieglung herabwärts über. Doch iſt das Barometer bey dieſer Regel zuverläſſiger, da ſie in Hinſicht des Windes häufige Ausnahme leidet. Trockne Luft vermindert die Erhöhung der Gegenſtände, feuchte Luft vermehrt ſie, daher die Spieglung unterwärts häufiger bey trockner als bey feuchter ſtatt hat. Den ſtärkſten untrüglichſten Einfluſs auf dieſe Refraction hat aber die *Wärme*.

In den beiden Monaten September und October wurde täglich Morgens, Mittags und Abends die Temperatur des Elbwaſſers und der Luft nahe über der Waſſerfläche beobachtet, und es ergiebt ſich aus dieſen Beobachtungen, daſs allemal, wenn das Waſſer um 2° Fahrenh. oder mehr *wärmer* als die Luft war, eine *Erniedrigung* der Strahlen, die ſich über die Waſſerfläche erſtreckten, und (vorausgeſetzt, daſs die Gegenſtände ſichtbar

waren) eine Spieglung herabwärts ſtatt fand. War dagegen das Waſſer um 2° F. *kälter* als die Luft, ſo fand *Hebung* der Strahlen und nie eine Spieglung herabwärts ſtatt. Dieſe Regel litt während zweymonatlicher Beobachtung, und bey mehr als 150 Beobachtungen, keine einzige Ausnahme. Setzt man aber ſtatt 2° nur 1°, ſo finden ſich davon einige wenige Ausnahmen.

Auch ohne Thermometer kann man oft entſcheiden, ob das Waſſer oder die Luft wärmer iſt. Bey jedem *Froſte* iſt ſo z. B. die Luft kälter als 32°, indeſs das Waſſer nicht leicht kälter werden kann, ohne ſich in Eis zu verwandeln. Eis und Schnee ſind beym Froſtwetter wärmer als die Luft, und deshalb findet bey ſolchem Wetter die irdiſche Refraction in der gewöhnlichen Bedeutung (Erniedrigung und Spieglung) allemal ſtatt *). Beym *Aufthauen* hingegen iſt die Luft wärmer als die Erdfläche, mithin iſt eine wirkliche Hebung der Gegenſtände vorhanden. Im Allgemeinen iſt die Luft im Frühling wärmer, im Herbſt und Winter kälter, als das Meer. Im Sommer wechſelt dieſes nach den Tageszeiten ab; des Morgens iſt das Waſſer, Mittags und Abends hingegen, ſo lange die Sonne ſcheint, die Luft wärmer, wiewohl ſich hierin nach Verſchiedenheit des Windes und des Barometerſtandes Ausnahmen zeigen.

*) Man vergl. eine hierher gehörige Beobachtung *Wilſe's* Annalen III. 366. *d. H.*

6.

Das Bisherige betraf Strahlen, welche gröſstentheils über eine Waſſerfläche hinſtreichen. Herr Woltmann dehnte ſeine Beobachtungen aber auch auf *Gegenſtände* aus, *von welchen die Strahlen längs einer mit Pflanzen bewachsnen Erdfläche fortgingen.* Dazu diente ihm *erſtlich* die Thurmmauer der *Altenbrucher Kirche* des Landes *Hadeln*, (Fig. 1.) welche vom Obſervationspunct (dem weſtlichen Pfahle) in Südſüdoſt ungefähr 23470 Fuſs entfernt, und etwa 70 Fuſs über der Meeresfläche lag. Der Strahl ging über einen begrünten Boden und über Getreidefelder, die mit Gräben und kleinen Waſſerläufen durchſchnitten ſind, hin und wieder nahe über Bäume, Häuſer und Deiche fort. Ein *zweiter* Gegenſtand für dieſe Beobachtuugen war ein Haus zu *Duhnen*, vom Obſervationspuncte Nordnordweſt ungefähr 15200 Fuſs entfernt, und über der Meeresfläche etwa 64 Fuſs erhaben. Der Strahl erſtreckte ſich in der ganzen Länge über ein ziemlich trocknes und ofnes Getreidefeld, ohne Häuſer, Bäume und dergleichen.

Die Beobachtungen wurden eben ſo, wie die vorigen, angeſtellt, und der Nullpunct wiederum zu einer Zeit beſtimmt, als die entlegnen Gegenſtände über Waſſer her ſich unterwärts ſpiegelten. Doch waren die beiden gewählten Gegenſtände zu nahe, als daſs an ihnen ſelbſt die Spieglung ſichtbar werden konnte, auch kein entfernteres Object

im Obſervationspuncte ſichtbar, von welchem die Strahlen blos über trockne Erde gegangen wären, obſchon, wenn man eine ganz offne Ebne vor ſich hat, oder von einer Höhe über Gebüſch und dergl. wegſieht, (z. B. von den Geeſthöhen über die Marſchen daſiger Gegend) es nichts ſeltnes iſt, die ganze Landſchaft in einem unbeweglichen *Glanzmeere* zu ſehn, worin ſich alle erhobnen Gegenſtände *unterwärts ſpiegeln*. Dieſe Spieglung bey Seite geſetzt, fand H. Woltmann eine völlige Uebereinſtimmung in der Brechung der Strahlen, die über Land und über Waſſer hinſtreichen. Der Strahl krümmt ſich allemal ſo, daſs er nach der *wärmſten* Seite zu convex iſt, und die Refraction iſt deſto gröſser, je gröſser die Wärmeverſchiedenheit zwiſchen beiden Materien iſt.

7.

Iſt der Himmel den ganzen Tag bedeckt, oder der Erdboden bey heitrer Luft ſo feucht, daſs die Pflanzen ſich durchs *Verdünſten* abkühlen, ſo iſt es möglich, daſs die Refraction den ganzen Tag über aufwärts convex bleibt. Werden aber Strahlen, die über den feſten Boden hingehn, des Morgens herabwärts convex gekrümmt; ſo muſs dieſe Depreſſion gegen Mittag noch zunehmen oder wenigſtens beſtehn bleiben. Beobachtet man Morgens und Abends Depreſſion, ſo iſt ihre Dauer auf dem feſten Lande an dieſem Tage keinem Zweifel unterworfen, weil ſie hier um Mittag allemal zunimmt; auf der See wird nicht ſelten die Hebung um Mittag am gröſsten.

Sieht man die *Sonne* oder den *Mond aufgehn* oder *untergehn*, ſo giebt ihre Geſtalt ein untrügliches Merkmal, ob Hebung oder Senkung ſtatt findet. Im letztern Fall ſcheint die Sonnen- oder Mondſcheibe nicht rund, ſondern in die Länge gezogen. Ein Theil derſelben ſpiegelt ſich unterwärts; das umgekehrte Bild kann $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{4}$ des Durchmeſſers betragen, und es iſt, als ob an dem auf- oder untergegangnen Theile der Anfang einer andern Scheibe angeſetzt wäre.

In Ermanglung andrer Gegenſtände kann *die Spieglung der Atmoſphäre* ſelbſt ein Merkmal der Depreſſion abgeben. Oft, und meiſt bey heiterm Sonnenſcheine, ſieht man rings umher an der Gränze des Horizonts eine ſcheinbare *wellenförmige Bewegung* der Luft, wobey der Geſichtskreis mehr als gewöhnlich eingeſchränkt iſt. Dieſe Wellen ſind keine wirkliche Luft, da man keinen Stoſs von ihnen fühlt, nur Bilder von Wellen, die den Wandrer ringsum *begleiten*, aber immer vor ihm fliehn. Ein kleiner, niedriger Streifen der Atmoſphäre ſpiegelt ſich, ſo daſs der unterſte Theil des Bildes zum obern Theile des abgeſpiegelten Streifens gehört, und in dieſem Theil des Bildes iſt die anſcheinende Aeſtuation.

III.

THEORIE

der mit Spieglung verbundnen Senkung und Hebung der Objecte am Horizont;

vom

Abbé GRUBER, k. k. Baudir.

(*ein Zuſatz zu vorſtehendem Aufſatz*) *).

Da die *Depreſſion ſamt ihrer Spieglung abwärts* nur dann ſtattfindet, wenn die Fläche, worüber ſie geſchieht, wärmer als die Atmoſphäre iſt, ſo

*) Vergl. S. 397 Anm. „Warum man dieſe Brechungen, (ſagt Herr Baudirector *Gruber* in einem Schreiben an den Herausgeber der Annalen,) *terreſtriſche*, zum Gegenſatz der himmliſchen, nennt, will mir nicht ſo ganz einleuchten. Verdünnung der Luft durch Wärme iſt der einzige Grund dieſer Strahlenbrechung, und die Antipode der gewöhnlichen, die durch Verdichtung der Luft geſchieht. Vielleicht ſollte ſie *Strahlenbrechung in verdünnter Luft* heiſsen. Erdflächen geben nur Veranlaſſung zur Erzeugung einer wärmern und dünnern Luft, worin das Phänomen zuerſt bemerkt wurde. So wie über der Erde, kann es auch über oder unter einer flachen *Wolke*, oder einer Luftſchicht, die ſich von der nächſten durch einen mindern Wärmegrad unterſcheidet, geſehn werden. Von die-

muſs man ihre Urſach in der durch Wärme ab
wärts ſich verdünnenden Luft aufſuchen, und
Waſſerdünſte können nur, in ſo fern ſie der wär
mern Luft mehr Ausdehnung und Spannung ge
ben,

ſer Art ſind an der Nordſee die *Gunilas Oe*
rar.„

Dieſe Bemerkung iſt allerdings ſehr treffend. Schickliche Kunſtwörter für die verſchiednen Arten von Strahlenbrechung ſind nöthig, um nicht zu weitläuftig zu werden, und ſich nicht zu verwirren. An Kunſtwörtern fehlt es nun zwar nicht, wohl aber an einer ſchicklichen Auswahl und Beſtimmung. *Aſtronomiſche* oder *himmliſche Strahlenbrechung* bedeutet urſprünglich die Brechung der Strahlen, die von himmliſchen Gegenſtänden zu uns herab kommen; ſie erhöht den ſcheinbaren Ort eines Punctes über den wahren, in der Verticalebne, und zwar um eine Gröſse, welche zwar etwas, doch in der Regel nicht gar ſehr veränderlich iſt. Eine Strahlenbrechung, die von dieſer *gewöhnlichen* abweicht, ſey es nun durch eine auſserordentliche Erhöhung des ſcheinbaren über den wahren Ort des leuchtenden Punctes, oder dadurch, daſs ſie ihn unter dieſen erniedrigt, oder aus der Verticalebne verrückt, möchte man wohl mit *Vince* am ſchicklichſten eine *ungewöhnliche Strahlenbrechung* nennen, allenfalls, in ſo fern der Grund dazu immer nahe an der Erde iſt, *terreſtriſche Refraction*, wenn nicht am Ende die Urſach aller dieſer Refractionen die Atmoſphäre, und alſo terreſtriſch wäre. Schicklicher brauchte man dieſen Ausdruck vielleicht blos

ben, etwas dazu beytragen *). Hierbey kömmt ber die natürliche Zunahme der Temperatur in niedern und dichtern Luftregionen, ſo fern ſie lichter ſind, nicht in Betracht, ſondern blos die höhere Temperatur in den unterſten Luftſchichten und der darunter liegenden Fläche, durch welche

für Brechung der Strahlen irdiſcher Gegenſtände, wollte man ihn anders überhaupt beybehalten. Die mehrſten ungewöhnlichen ſind *horizontale Strahlenbrechungen*, in ſo fern die Strahlen dabey nicht höch über den Horizont herabkommen; doch giebt es auch ungewöhnliche Höhenrefractionen, z. B. beym Sirocco und bey ungewöhnlichen Zuſtänden der Luft. In ſo fern die ungewöhnliche Horizontalbrechung mit doppelten Bildern der Gegenſtände verbunden iſt, nennen Hr. *Gruber* und *Woltmann* ſie ein *katoptriſches* Phänomen, eine *Strahlen-Abprallung*; allein da ſie das wirklich nicht, ſondern ganz und gar eine dioptriſche Erſcheinung iſt, ſo möchten dieſe Namen nicht zum beſten, und nicht ſo gut als der: *Spieglung*, gewählt ſeyn. *Strahlenbrechung über erwärmte Flächen* wäre einestheils ein ſehr weitläuftiges Kunſtwort, anderntheils vielleicht zu eingeſchränkt, da gleich *Huddart's* erſte Beobachtung zu zeigen ſcheint, daſs Waſſerdünſte darauf beträchtlichen Einfluſs haben: und *Strahlenbrechung in verdünnter Luft* iſt theils nicht minder weitläuftig, theils auch ohne fernere Beſtimmungen wohl nicht charakteriſtiſch. *d. H.*

*) Vergl. *Nicholſons* Bemerkung Annal. III. 307.

dieſe Schichten dünner als die darüber ſtehenden werden, und ſich von oben herabwärts bis zur erwärmten Fläche verdünnen.

Unter dieſer Vorausſetzung iſt die Theorie der Depreſſion und der Spieglung abwärts eine Folgerung aus dem dioptriſchen Grundſatze, daſs die Brechung aus dem dichtern in das dünnere Mittel vom Perpendikel abwärts geſchieht, ſo daſs der Brechungswinkel gröſser als der Einfallswinkel wird. Was *Newton* von der krummen Refractions- und Reflexionslinie der gemeinen Spieglung ſagt: *ſi attractio vel impulſus ponatur uniformis, erit ex demonſtratis Gallilaei parabola* *), gilt hier aus derſelben Urſach, nur daſs hier der Refractionsraum endlich, dort unendlich klein iſt, daher der Strahlengang unſers Phänomens in ſehr groſsen, bey der gemeinen Spiegelreflexion dagegen in unendlich kleinen Parabeln beſteht. — Da die Luft abwärts dünner wird, ſo müſſen die tiefer kommenden Strahlen ſtärker gebrochen, und daher unter kleinern Winkeln als die oberen reflectirt, mithin die untern Parabeln abwärts convexer als die obern werden. Da nun aus jedem Punkte des Objects Strahlen nach allen Richtungen ausfahren, ſo iſt es möglich, daſs mehrere Strahlen deſſelben Punctes in der Verticalebene durch das Auge, mittelſt verſchiedner Brechungen, ins Auge kommen. Machen ſie aber hier einen Winkel, ſo ſieht man den Punct, aus dem ſie

*) *Phil. nat. princ. math. pr.* 94.

herkommen, doppelt, nach ihren Tangenten, einen über dem andern.

So lange die Strahlen dabey, ohne ſich zu durchkreuzen, ins Auge kommen, erſcheint das Object jedesmal aufrecht und in ſeiner natürlichen Lage. Durchkreuzen ſie ſich aber, wie in Fig. 5., ſo ſieht man den Gegenſtand umgekehrt. Man kann dieſes ein *Bild* nennen, wiewohl faſt alles, was nicht durch grade Linien geſehn wird, ein Bild heiſsen könnte. — Wenn ſich das Object in den Raum der wachſenden Refractionen einſenkt, ſo kann es eben darum in ſeinem umgekehrt reflectirten Bilde verkürzt erſcheinen, wie wiederum in Fig. 5., wenn des untern Strahls *HO* Reflexionsſcheitel tiefer als der des obern Strahls *GO* liegt, da denn der Reflexionswinkel *gOh* kleiner, als der grade Sehungswinkel *GOH* wird. Hierin unterſcheidet ſich die *Spieglung abwärts* weſentlich von der gemeinen auf ebenen Flächen, wo alle Reflexionsſcheitel in derſelben Ebene liegen.

Aus dieſer Theorie laſſen ſich die vorzüglichſten Beobachtungen bey der *Depreſſion* der Gegenſtände und deren *untern Spieglung* ohne Schwierigkeit erklären:

1) Die aufrechtſtehenden Gegenſtände werden *niedergedrückt*, weil der ganze Sehungswinkel wegen des abwärts gekrümmten Strahlengangs ſich ſenkt;

2) sie *verlängern sich nach unten*, weil mehrere Strahlen derselben Puncte, die verschiedentlich gebrochen zum Auge gelangen, die Puncte zu Linien verlängern, (wie das Hr. Woltmann eben so an der aufgehenden Sonne, als ich an einer rothen Scheibe im Horizont einer erhitzten Eisenstange wahrnahm.) Beides ist Ursach, warum die Gegenstände *näher* zu kommen scheinen; denn was man tiefer und verlängert sieht, hält man für näher.

3) Die umgekehrt reflectirten Bilder werden *abwärts verkürzt*, weil die stärkere Refraction abwärts die Sehungswinkel verkleinert; und diese Verkürzung muss um so sichtbarer seyn, je mehr die Puncte der aufrechtstehenden Objecte oben verlängert werden.

4) Die Gränze der aufrechtstehenden Gegenstände und ihrer verkehrten Bilder ist auch die Gränze der Verlängerung der Puncte überwärts, und der Verkürzung der senkrechten Linien unterwärts. Sie ist nie scharf begränzt, weil da die Refractionen und Reflexionen in einander fliessen, und sich um so mehr vermischen, je grösser der Unterschied der Dichtigkeit oder Wärme über und unter der Gränze ist. So viel von der Depression und der Spieglung unterwärts.

Die *Hebung* der Gegenstände ist zwar sicher eine Wirkung der gemeinen Strahlenbrechung, allein die *Spieglung überwärts* scheint nicht von

dieſer Urſach herzurühren. Denn um ein umgekehrtes, wenn gleich verwirrtes, Bild hervorzubringen, müſſen ſich die Strahlen in ihrem Gange durchkreuzen, welches bey dem gewöhnlichen Zuſtand der Atmoſphäre nie der Fall iſt. Da dieſe Spieglung überwärts nur bey auſserordentlichen Hebungen, anfangs etwas genauer, dann aber mit lothrechten undeutlichen Streifen nach den Gegenſtänden herab verlängert, wahrgenommen wird; ſo läſst das auf eine gröſsere Erwärmung und darauf beruhende Verdünnung der Luftſchicht, worin die Spieglung vor ſich geht, ſchlieſsen, wodurch die Strahlen, welche aufwärts convex ſind, noch ſtärker gebogen, und dadurch wieder zu einer dichtern darunter befindlichen Luftſchicht herabgebracht werden. Denn geſetzt, der Strahl *GI* (Fig. 6.) gehe durch eine Luftſchicht herauf, welche ſich nach oben zu allmälig verdünnt, ſo wird der Strahl von ſeiner Tangente ab, und zwar je höher er kömmt, deſto ſtärker herabwärts gebrochen, ſo daſs er ſich vom Scheitel ſeiner Bahn ab herabwärts bewegt, und dabey der ſenkrechten Lage immer mehr und mehr nähert. Bey gröſserer Höhe dieſer Luftſchicht, und gröſserem Unterſchied in ihren Dichtigkeiten würden daher die Strahlen ſtärker gekrümmt, und hieraus läſst es ſich erklären, wie ſich Strahlen, gleich *AIO* und *GFO*, in dieſem Fall durchkreuzen können, welches, ſo oft eine Spieglung aufwärts erſcheint, nothwendig der Fall ſeyn muſs.

Die Verlängerung der verkehrten Bilder gegen die darunter ſtehenden Gegenſtände durch lothrechte Streifen, womit die Spieglung undeutlich wird, zeigt offenbar, daſs die untern Strahlen des Bildes, wenn ſie in das Auge *O* kommen, wieder mehr von der ſenkrechten Linie als die obern abweichen, und entweder wie *AFO* in ihrem zweyten herabgehenden Aſte noch einmal, und zwar nach unten gekrümmt werden, oder wie *AHO* nach flächern Linien fortgehn, doch ſo, daſs ſie ſich kreuzen, da ſie eine Spieglung, obſchon eine verwirrte, bewirken. Beides iſt durch einen ordentlichen paraboliſchen Strahlengang ſchwer zu erklären, und ich wünſchte, daſs H. *Woltmann*, der uns zur Theorie der Depreſſion ſo wichtige Data geliefert hat, auch hierüber durch fernere Beobachtungen einen Ausſchlag zu geben ſich entſchlieſsen möchte.

IV.

Ueber die Bewegungen kleiner brennender Dochte, *wenn ſie in einem Becken mit Oehl ſchwimmen;*

von

PATRICK WILSON,

Prof. der prakt. Aſtron. zu Glasgow *).

Die *hydroſtatiſche Lampe* (wie ſie Herr Wilſon nennt) beſteht aus einem kreisförmigen Schnittchen von gewöhnlichem Schreibpapiere, ungefähr $\frac{3}{8}$ Zoll im Durchmeſſer; etwa $\frac{1}{4}$ Zoll geſponnene Baumwolle, durch eine Oeffnung in der Mitte des Papieres geſteckt, vertritt die Stelle des Dochtes, und das Lämpchen ſchwimmt in einem flachen gläſernen Becken mit beynahe ſenkrechten Seiten, auf Provenceröhl. Sobald die Lampe angezündet iſt, ſegelt ſie ſchnell nach der Seite des Gefäſses zu, ſtöſst daran, und geht dann nach der Seite des Gefäſses zu ſich drängend im Kreiſe umher, wobey ſie bald von der Rechten nach der Linken, bald in entgegengeſetzter Richtung circulirt, je nachdem der vorderſte

*) *Transact. of the Roy. Soc. of Edinburgh, Vol. 4.* 1798. ausgezogen in *Nicholſ. Journ. of nat. phil. Vol. 2. p.* 167.

Punct der papiernen Basis (der Leitungspunct), der zuerst an der Seite anstiefs, sich nach der Berührung des Glases rechts oder links umkehrt. Dieses Umkehren bemerkt man deutlich an einer partiellen Umdrehung der Lampe um den Docht, als ihre Achse, welche so bald, als sie an den Rand des Gefäfses kömmt, statt hat. Bisweilen, aber selten, bleibt auch der Leitungspunct unbeweglich an der Seite des Gefäfses stehn, und hält die Lampe fest (*forms the vinculum*), zufolge der wohlbekannten Anziehung zwischen der Erhebung des Oehls um die Basis, und an den Seiten des Glases.

Hat der kleine Docht irgend eine merkliche Excentricität auf der kreisförmigen papiernen Basis, so segelt die Lampe so, dafs der dem Dochte zunächst liegende Theil das Hintertheil wird. Macht man die Basis der Lampe oval, und setzt den Docht in die längere Achse excentrisch, so bleibt das dem Dochte zunächst liegende Ende der Basis ebenfalls hinten, wenn die Lampe queer über das Becken schwimmt. Ist endlich das Papier ein gleichseitiges Dreyeck, und steckt der Docht in einem Perpendikel auf einer der Seiten, so wird entweder diese Seite oder die gegenüberstehende Spitze das Hintertheil, je nachdem der Docht der einen oder der andern am nächsten liegt. Diese Lampen bewegen sich ebenfalls kreisförmig, so bald sie an die Seiten des Gefäfses kommen, wenn, wie es gewöhnlich geschieht, der Leitungspunct sich vom Glase wegkehrt.

Dieſer ſtete Kreislauf der Lampe, nachdem ſie an die Seite des Gefäſses gekommen iſt, ſcheint *Wilſon* von derſelben Kraft herzurühren, welche ſie vorher antrieb, und noch auf dieſelbe Art, aber in einer ſchiefen Richtung gegen die anziehende Kraft, welche das Vinculum bildet, wirkt. Dieſe Inclination, ſagt er, werde offenbar gröſser oder geringer ſeyn, je nachdem der Leitungspunct mehr oder weniger von dem Glaſe abgekehrt iſt. Wenn der Leitungspunkt und das Vinculum coincidiren, ſo ſcheint es, daſs beide Kräfte die Lampe in ſenkrechter Richtung nach der Seite des Glaſes zu forttreiben und dort ſtill halten werden, welches auch der Beobachtung gemäſs iſt.

Wenn die Lampe in gerader Richtung ſchwamm, ſo war eine dem Anſchein nach ſehr active Repulſion zwiſchen ihrem Hintertheile und dem daran liegenden Oehle bemerkbar. Um ſie noch anſchaulicher zu machen, ſtreute *Wilſon* ſehr feinen Holzkohlenſtaub um das Lämpchen. Dann entſtand beym Fortſegeln derſelben hinter ihr ein divergirender Streifen, der von allem Kohlenſtaub frey war, indem dieſer zurück und zu den Seiten, und zwar mit einer weit mehr als relativen Bewegung, fortgetrieben wurde. Um dieſe Zerſtreuung des Kohlenſtaubes bey einer unbeweglichen Lampe zu beobachten, verfertigte *Wilſon* ein Lämpchen von feiner Oblate, mit einem excentriſchen Dochte, der aus einem doppelten

und weichen Faden Baumwolle beſtand. Die obere Fläche dieſer Oblate überzog er mit Goldblättchen, damit ſie kein Feuer fangen möchte; und machte ſie nun auf dem Oehle unbeweglich. Der Kohlenſtaub zog ſich von ihr nach allen Richtungen zurück, und zwar an der dem Dochte zunächſt liegenden Seite am ſchnellſten, an der entgegenſtehenden Seite am wenigſten merklich.

Hieraus glaubt *Wilſon* ſowohl die progreſſive Bewegung der Lampe, als auch das allgemeine Geſetz der oben beſchriebenen Bewegungen erklären zu können. Denn, betrachtet man dieſe Zerſtreuung des Staubes für jetzt blos im Allgemeinen als die Wirkung einer Repulſion zwiſchen der Lampe und dem angränzenden Oehle, ſo zeigen die oben angeführten Thatſachen offenbar, daſs in allen Fällen dieſe Repulſion an dem der Flamme oder dem Dochte zunächſt liegenden Theile am ſtärkſten iſt; und da Wirkung und Gegenwirkung gleich und entgegengeſetzt ſind, ſo muſs die Lampe in der Richtung der Linie fortgetrieben werden, die man ſich durch den Docht nach dem von der Flamme entfernteſten Theile der Lampe, wo die Gegenwirkung am ſchwächſten iſt, gezogen denken kann.

Um aber eine noch deutlichere Einſicht in die phyſiſche Urſache dieſer Bewegung zu erhalten, ſchien es ihm nöthig, dieſer ſcheinbaren Repulſion genauer nachzuforſchen, und hier boten

ſich ihm folgende Betrachtungen dar. Wenn das Oehl in dem Becken von gleichförmiger Temperatur iſt, ſo befinden ſich alle Oehltheile im Zuſtande des Gleichgewichts und der Ruhe. Wird die Lampe angezündet, ſo hört dieſer Zuſtand des Gleichgewichts auf, indem die Flamme das unter ihr befindliche Oehl erwärmt, welches dadurch ſogleich ſein Volumen vergröſsert, und ſein ſpecifiſches Gewicht vermindert, daher es durch die Schwere der übrigen Maſſe emporgetrieben wird. Das Aufwärtsſteigen der erhitzten Oehltheilchen wird durch das Gewicht der aufliegenden Lampe verhindert; ſie ſuchen ſich daher einen Weg zu bahnen, und gleiten unter der Lampe fort, als ein dünner Strom in der Oberfläche. Dieſes beſtändige Strömen geht am ſchnellſten und häufigſten nach der Seite hin, wo der Widerſtand am geringſten, und der Weg, um unter der Lampe hervor zu kommen, am kürzeſten iſt, d. h. vom Dochte ab nach dem dem Dochte zunächſt liegenden Rand der Baſis. Die Gegenwirkung dieſes Stroms des verdünnten Oehls iſt daher auch ungleich, und muſs die Lampe in einer der ſtärkſten Strömung entgegengeſetzten Richtung forttreiben, da ſie denn ſo ſchwimmen muſs, wie wir geſehen haben. Dazu kömmt, daſs das erhitzte und von der Flamme ſich zurückziehende Oehl, welches ſich etwas über der Oberfläche der übrigen Oehlmaſſe zu erheben ſucht, auch im Verhältniſs der erlittenen Veränderung ſeiner ſpecifiſchen Schwere den Theil der Lampen-Baſis, wo es

austritt, bald mehr bald weniger in die Höhe hebt. Dieſes befördert die Gegenwirkung des Oehlſtroms, und macht, daſs die Lampe in der entgegengeſetzten Richtung deſſelben, gleichſam bergabwärts ſchwimmt.

Daſs das unter der Baſis verdünnte Oehl wirklich eine beſtändige Tendenz hat, ſich zu erheben, ſcheint Wilſon auch daraus unläugbar zu erhellen, daſs eine Lampe, die eine Zeitlang gebrannt, und ihre Baſis voll Oehl geſogen hat, ſogleich unterſinkt, ſobald ſie ausgeblaſen wird. Dies geſchieht auch bey einer Lampe von einer dünnen Lamelle von *Glimmer* (Marienglas), die ſehr gut ſchwimmt, bis die Flamme ausgelöſcht wird, dann aber ſogleich zu Boden ſinkt.

Dieſer Erklärung entſprach auch folgender Verſuch. Als er die Oberfläche des Oehls mit einer rothglühenden Eiſenſtange berührte, und ſo eine örtliche Erwärmung in demſelben hervorbrachte, zeigte ſich ringsum vom Eiſen ein ſolches Abſtrömen, ſo daſs der auf der Oberfläche geſtreute Kohlenſtaub ſich in immer mehr erweiternden Kreiſen davon entfernte, bis er endlich ganz an dem Rande des Beckens zuſammengedrängt war. Wurden ſehr kleine Theilchen Goldblatt mit dem Oehle, wenn es eine ſehr geringe Höhe hatte, vermiſcht, und durch ſie alle Bewegungen im Oehle ſichtlich gemacht, ſo bemerkte man unter-

wärts einen entgegengesetzten Strom, der sich der glühenden Eisenstange von allen Richtungen her nahte, und dann aufwärts stieg*).

Diese allgemeine Tendenz aller Theile der Flüssigkeit, sich durch Bewegung ins Gleichgewicht zu setzen, läfst sich dem Auge auf folgende Art darstellen. Man giefse in eine Theeschaale oder in ein Punschglas, Wasser, und dazu einen Löffel voll sehr helles Provenceröhl, welchem kleine Goldblatttheilchen beygemischt sind. Wenn das Wasser kalt ist, und das Oehl allmälig und ohne Unterbrechung zugegossen wird, so bleibt es mitten auf der Oberfläche des Wassers in Gestalt einer Linse, ganz isolirt, von den Seiten des Gefäfses in gleicher Entfernung. Ein Lämpchen auf diese Linse von Oehl gesetzt und angezündet, fährt und dreht sich eben so herum, wie längere Lampen in einem Becken mit Oehl. Bringt man sie in Ruhe, so bemerkt man, dafs die kleinen Goldtheilchen beständig an dem Hintertheile von dem Strome in der Oberfläche herausgeworfen werden, indefs die Theilchen auf dem Boden der Oehllinse langsam von allen Richtungen her nach der Lampe strömen, unter der Flamme, als dem grofsen Mittelpunct der An-

*) Eine Bestätigung der Rumfordschen Lehre, dafs Oehl ein Nichtleiter der Wärme ist, d. h. dafs die Wärme sich durch Oehl nicht nach unten fortpflanzt. d. H.

ziehung emporſteigen, und dann von dem Strome an der Oberfläche ergriffen, ſchnell wieder bis in einige Entfernung von der Lampe mit fortgeriſſen werden, wo ſie wieder ſinken, um den Kreislauf von neuem zu beginnen.

Wenn ein Stückchen Papier, eine Oblate, oder ein anderer leichter Körper auf dem Oehle in dem Becken ſchwimmt, und man die Spitze eines heiſsen Eiſens daran hält, ſo verläſst er, von einer ſcheinbaren Repulſion weggetrieben, ſeinen Ort; im Grunde aber iſt es der von der Hitze hervorgebrachte Strom an der Oberfläche, der ſich von dem Eiſen nach allen Richtungen bewegt, der ihn mit ſich fortreiſst.

Wirft man auf Terpentinöhl, Aether, Alcohol oder irgend ein andres entzündbares Fluidum, welches viele Tenacität beſitzt, eine ſtark erhitzte Oblate; ſo gleitet ſie ſogleich von ihrem erſten Standpunct weg, und ſetzt ihre Bewegung fort, bis ſie erkaltet iſt, da dann auch der Strom, welcher unter irgend einem Theile derſelben reichlich hervorkam, aufhört. Starker Rum, geſchmolzener Talg, Wachs und Harz, zeigen daſſelbe anhaltende Abſtrömen auf der Oberfläche, von dem Punct, wo eine örtliche Erwärmung vorgeht, und dieſelben Erſcheinungen, wie das Oehl, wenn man kleine Lampen auf ihnen ſchwimmen läſst.

Auf dem *Waſſer* bringt eine örtliche Hitze keine ähnlichen Wirkungen hervor. Hält man nemlich die Spitze eines beynahe glühenden Schiereiſens ſehr nahe an die Oberfläche des Waſſers in einem Becken, ſo gleiten die Kohlenſtäubchen ganz und gar nicht hinweg, ſondern nehmen blos eine langſame irreguläre Kreisbewegung an, die ſich bald weiter verbreitet, indeſs die ſchwimmenden Partikeln beynahe ihren relativen Ort behalten. Daſſelbe geſchieht, wenn man auch gleich durch dieſe glühende Spitze das Waſſer in ein gelindes Kochen bringt. Wilſon meint, daſs dies wohl daher rühre, weil das Waſſer ſich durch die Wärme bekanntermaaſsen weit weniger ausdehnen laſſe, als die brennbaren Flüſſigkeiten, und daſs die Ausdehnung deſſelben wohl zu gering ſeyn möge, um das Gleichgewicht der Theilchen ſo weit zu ſtören, daſs dadurch ein ſolches Abſtrömen der leichtern und ausgedehnter, unter dem erhitzten Körper, entſtehen könnte. Auch iſt es möglich, daſs die Waſſertheilchen, wenn ſie erwärmt werden, ſogleich den Ueberſchuſs von Wärme dem angränzenden kältern Waſſer mittheilen, und weit ſchneller, als es die entzündbaren Flüſſigkeiten unter gleichen Umſtänden thun; ſo daſs der hohe Grad der Temperatur, welcher eine ſo ſtarke Expanſion, wie ſie zur Aufhebung des Gleichgewichts und zur Hervorbringung eines Stroms nöthig iſt, nie zu Stande kommen kann; nicht zu gedenken, daſs das Maximum dieſer Temperatur nie 212 Grade,

als den Siedepunkt des Waſſers, überſchreiten kann.

Daſs das Gleichgewicht unter den Waſſertheilen durch locale Anwendung der Hitze, obgleich in geringern Graden als bey entzündbaren Flüſſigkeiten, wirklich unterbrochen wird, erhellt, wenn man ein Lämpchen in einer kleinen dünnen Schaale auf Waſſer ſchwimmen läſst. Stand die Lampe etwas vom Rande, und zugleich etwas tiefer als derſelbe, ſo daſs ſie mit dem Waſſer einerley Niveau hatte, ſo bewegte ſich die Schaale auf dem Waſſer ſehr langſam, und zwar immer ſo, daſs der Theil der Schaale, deſſen Rande die Flamme am nächſten war, zu hinterſt kam. Wurde dieſelbe Schaale aus dem Waſſer genommen, und in ein Becken mit ſtarkem Rum gethan, ſo ſchwamm ſie viel geſchwinder, aber nach demſelben Geſetze*).

In

*) Daſſelbe thun auch die Verſuche dar, welche *Prevoſt* in ſeiner zweyten Abhandlung über die Mittel, die Ausflüſſe riechender Körper ſichtbar zu machen, erzählt. Er näherte Scheiben aus dünner Zinnfolie, welche auf dem Waſſer ſchwammen, einem glühenden Eiſenſtab. Hielt er ihn ſenkrecht über der Mitte der Scheibe, ſo blieb ſie ruhen; über einen andern Punkt ſenkrecht gehalten, bewegte ſich der Mittelpunct vom Stabe abwärts; in ſchiefer Richtung gehalten, kam die Scheibe ſtets in der Richtung des

In der Nachschrift giebt *Wilson* Anleitung zur Wiederholung seiner Versuche. Der Faden, welchen er zu dem Dochte brauchte, war von sehr weicher Baumwolle, wie man sie zu dem gekämmten Maschin nimmt. Nachdem er die Basis in einem Punct durchstochen hatte, steckte er ein Stückchen von dem Faden durch, schnitt ihn unten kurz ab, und drängte mit einer Nadel den Rand der Oeffnung rund um den Faden sanft an, damit die Basis ihn desto besser halten könnte. Dann schnitt er den überflüssigen Faden oben weg, und liefs den Docht ungefähr einen Viertelzoll lang; so war die Lampe fertig. Wenn er sie auf

des Stabs in Bewegung, gleichviel ob er über den vordersten, den hintersten Theil oder den Mittelpunct gehalten wurde. Grade so, wie im ersten Fall, erfolgte die Bewegung, als er den Brennpunct einer Glaslinse auf die Scheibe fallen liefs. Solche Bewegungen, behauptete *Prevost*, fänden bey leichten Körpern, die man in der Luft aufhängt, gar nicht, und auf dem Oehle nur sehr schwer statt; doch schmölzen die auf Oehl schwimmenden Staniolscheiben bald. Auch reiche eine sehr dünne Oehllage, etwas Staub, oder das bloſse Eintauchen der warmen Finger hin, diese Bewegungen auf dem Wasser zu verhindern. Alles dieſses läſst sich aus den von *Wilson* angegebnen Gründen ohne Schwierigkeit erklären. Daſs dabey aber wahrscheinlich noch ein andrer Umstand mit im Spiel ist, darüber sehe man die folgende von Arnimsche Bemerkung. *d. H.*

das Oehl ſetzte, ſo faſste er ſie bey dem Dochte an, damit die papierne Baſis nicht gekrümmt oder zerknittert werden möchte; hierauf berührte er den Docht mit einem Tropfen Oehl, der dann zum anzünden fertig war. Zum Anzünden bediente er ſich eines Stückchens in Oehl getauchten Bindfadens, wodurch keine Unreinigkeiten auf das Oehl kamen, wie es mit einem Talg- oder Wachslichte geſchehn ſeyn würde.

Wenn ſich die Lampe kreisförmig bewegen ſoll, ſo muſs das Oehl ſehr rein ſeyn, und in völlige Berührung mit den Seiten des Glaſes gebracht werden. Das Oehl und das Becken müſſen gleiche Temperatur, welche zwiſchen 55° bis 60° F. fallen kann, haben. Denn, wenn ein Theil des Randes beträchtlich heiſser iſt als der andere, ſo wendet ſich die Lampe von dieſer Seite weg.

Anmerkung zu Wilſon's Verſuchen über die Bewegung ſchwimmender Lampen,
von L. A. v. Arnim.

Bey der Wiederholung der Wilſonſchen Verſuche wurde es mir ſehr wahrſcheinlich, daſs auſser der durch Erhitzung im Oehl hervorgebrachten Strömung, noch eine andre Urſach mitwirke.

Wenn man an die merkwürdigen Verſuche *Achard's* über Adhäſion bey verſchiedenen Graden

der Wärme *), und an die grofse Schwächung derfelben durch die Wärme fich erinnert, fo dringt fich uns die Vermuthung auf, ob nicht etwa bey jenen Lampen eine ungleiche Erwärmung des Oehls unter derfelben, und dadurch eine ftärkere Anziehung nach der weniger erwärmten Seite, fo wie eine leichtere Ausftrömung des erwärmten Oehls an der andern Seite, und durch diefe Urfach allein fchon eine Bewegung der fchwimmenden Lampe hervorgebracht werde. In diefer Abficht fchnitt ich einige kreisrunde Lampen fo genau wie möglich aus, befeftigte den Docht genau in ihrer Mitte und fetzte fie auf das Oehl. Der Erfolg war, dafs einige nach dem Anzünden fich bewegten, andre unbewegt ftehen blieben. Bey diefen letzteren brauchte ich aber nur leife den Docht nach einer Seite überzubeugen, wodurch diefe ftärker erwärmt wurde, um fie fogleich in einer der Erwärmung entgegengefetzten Richtung in Bewegung zu fetzen. Ich verfertigte eine elliptifche Lampe, und fetzte den Docht in einen der Brennpuncte; die Bewegung erfolgte nach dem leeren Theil der Scheibe; fobald ich aber den etwas langen Docht nach der andern Seite überhoge, fo erfolgt fie nach der entgegengefetzten Richtung. Ich glaube, dafs diefe Verfuche jene Vermuthung hinlänglich beftätigen.

*) Achard's chem. phyf. Schriften. Berlin 1780 S. 359. u. Tab. 1.

Die kreisende Bewegung am Rande des Gefäfses läfst fich wohl am leichteften aus der durch die Adhäfion des Gefäfses mit der Flüffigkeit hervorgebrachten Erhöhung der letztern erklären. Wird nemlich die weniger erwärmte, oder längere Seite der Lampe herangetrieben, fo fteht fie höher; dadurch wird der Strohm des erwärmten leichtern Oehls nach diefer Seite fich wenden. Ift er ftärker als die Adhäfion, fo wird die Scheibe mit der längern Seite herabfinken, und die kreifende Bewegung erfolgt.

Diefe Anficht wird auch bey *Prevoft's* *) Verfuchen über die durch Sonnenftrahlen getriebenen Platten nutzbar. Auch bey diefen wird die auf der Flüffigkeit fchwimmende Platte durch ein Brennglas nur an einer Seite erhitzt; es wird daher die Anziehung der Flüffigkeit gegen den kälteren Theil ftärker, wohin die Bewegung geht.

Bey fchlechteren Wärmeleitern wird daher auch die Bewegung fchneller als bey guten Wärmeleitern feyn. Dies beftätigen *Prevoft's* **) Verfuche fehr gut, nach welchen das Kupfer in Verhältnifs feines Gewichts ungleich fchneller als Zinn fich beweget, da nach Mayer ***) das Wärmeleitungsvermögen des Zinns 67, des Kupfers 39 ift.

*) Ann. de Chimie T. 24. N. 70. p. 31 —56.

**) Ann. de Chimie p. 37.

***) Ueber die Gefetze und Modif. des Wärmeftoffs. Erlangen 1791. S. 255.

V.

Ueber die Verſuche *mit geblendeten Fledermäuſen*, von Jurine.

Die Leſer des Grenſchen Journals der Phyſik kennen aus mehrern Briefen Spalanzani's (daſ. Th. I. S. 399 — 443.) und andrer, die Verſuche, welche einen neuen Sinn in den Fledermäuſen vermuthen lieſsen. Die Verſuche (S. 440. u. a.) mit den über den Kopf gezogenen Kappen, und die dadurch erfolgte Beraubung jenes Vermögens, ohne ſehen zu können und ohne Berührung, Gegenſtände doch wahrzunehmen, dieſe mit demſelben Erfolge oft wiederholten Verſuche zeigten ſchon darauf hin, daſs der Sitz deſſelben wahrſcheinlich am Kopfe ſey. Auf das Gehör fällt man am erſten, auch Spalanzani vergaſs dies nicht; aber das Verſtopfen der Fledermaus-Ohren (S. 412.) mit Klebewachs ſchadete ihrem Fluge nicht; alſo glaubte er, daſs kein Eindruck auf die Gehörorgane die Urſach ſey. Anders fielen Jurine's Verſuche*) aus, die er mit dem *veſpertilio auritus* und dem *ferrum equinum* anſtellte.

Einigen goſs er flüſſiges Fett, andren zuſtopfende Salben in die Ohren, noch andern zerſtieſs

*) *Journal de Phyſique par Delamétherie, T. III. p.* 145 — 148.

er das Trommelfell. Konnten sie noch sehen, so waren sie zwar unruhig, aber sie wusten sehr gut allem auszuweichen, woran sie sich hätten stofsen können. Sobald er sie aber auch des Gesichts beraubte, stiefsen sie sogleich an allen Orten an, und hatten keinen sichern Flug mehr. Nahm man das Fett wieder aus den Ohren, so war der Flug und ihre gute Unterscheidungsgabe wieder hergestellt. Jurine untersuchte den Kopf dieser Thiere anatomisch, er fand das Gehörorgan in Verhältnifs sehr grofs, und sehr viele dazu gehörige Nerven. Auch der obere Kinnbacken hatte grofse Nerven, die sich auf der Schnauze ausbreiteten. Jurine schlofs aus jenen Erfahrungen, dafs das Gehörorgan diesen Thieren in Ermangelung des Gesichts diene, die Nähe von Gegenständen, ohne sie zu berühren, wahrzunehmen.

So weit Jurine; wenn wir indessen noch einen Schritt weiter gehen, und fragen, was auf diesen Sinn wirkt, so bieten sich uns mehrere Unterarten dar. Vielleicht ist es der stärkere Gegendruck der Luft, wo eine Wand oder ein andrer fester Körper die durch den Flug des Thiers erhaltene Bewegung derselben zurückwirft? Aber Jurine sowohl wie Spalanzani sahen, dafs sie auch weitmaschige Netze sogar vermieden. Vielleicht ist es der Eindruck des fast ununterbrochenen Luftstroms*), der wegen der ungle-

*) Man kann diesen sehr gut durch den kleinen Apparat des H. Eike (Voigt's Mag. 7. B. 2. St. S. 11.) sichtbar machen. A.

chen Erwärmung der Wände und der Luft faſt beſtändig ſtatt findet? Ich glaube kaum, denn auch bey denen Dingen, die in der Stube ſtanden, alſo ſicher die Lufttemperatur hatten, nahmen jene Beobachter das erwähnte Vermögen der Fledermäuſe wahr. Aber iſt es nicht vielleicht die jedem Körper eigene Luft-Atmoſphäre, die eine Folge der Anziehung iſt? Ich glaube, daſs dieſe Vermuthung nicht ganz zu verwerfen iſt, da man auf das Daſeyn derſelben nicht blos geſchloſſen, ſondern durch den Marumſchen Verſuch mit dem Brennen des Phosphors im faſt luftleeren Raume *) ſich überzeugt hat. Daſs eine ausgezeichnete Einrichtung des Organs dazu gehöre, um dieſe feine Aenderung des Luftdrucks wahrzunehmen, iſt nicht zu leugnen. Dieſe zeigt auch wirklich die anatomiſche Zergliederung ſo wie auch die Empfindlichkeit mancher Kranken für Töne, die keinem andern wahrnehmbar ſind ihnen das Wunderbare nehmen. Auch die etwas unangenehme Empfindung bey dem nahen Ueberführen eines Körpers über das Geſicht (ohne es doch ſelbſt oder die feinen Haare zu berühren) nach Art der ſogenannten magnetiſchen

*) Siehe Gren's neues Journal der Phyſik, III. 96 — 108. Doch brauchen wir dieſen Verſuch bey keinem ſo neuen Schriftſteller zu ſuchen, ungeachtet H. van Marum ſich für den erſten Beobachter hielt. Hauksbee (*Experiences phyſico-mechaniques, Tome I. Paris* 1754. *p.* 40.) der zu ſehr vergeſſene, hat dieſen Verſuch ſchon mit gröſserer Präciſion gemacht. *A.*

Curen, läfst fich fehr wahrfcheinlich eben daraus erklären. Den Beweis, dafs die Beugung (*inflexio, diffractio*) des Lichts wahrfcheinlich nichts anders, als eine Brechung (*refractio*) deffelben in diefen Luftatmofphären der Körper fey; davon an einem andern Orte.

L. A. v. A.

SACHREGISTER
sammt
Namenregister
über die
drey erſten Bände
von
Gilberts Annalen der Phyſik.

Die römiſchen Zahlen bezeichnen die Bände, die arabiſchen die Seite, a eine Anmerkung.

A.

Adhärenz, der Metalle mit Queckſilber, I. 372. III. 61. Einfluſs derſelben auf die Beſtimmung des ſpecif. Gewichts I. 396. 418. 423. 515.; macht Körper auf ſpecifiſch leichtern Flüſſigkeiten ſchwimmen I. 374. 397.; bringt ſie bey ungleicher Erwärmung in Bewegung III. 459.; wirkt ſo gut als nicht in die Ferne II. 25. 61.

Aether, Verdünſtung deſſelben I. 153. Verſuche über das Frieren deſſelb II. 111. I. 488. Gasarten aus demſelben entwickelt II. 201. 206. Himmliſcher III. 110.

Akuſtiſche Inſtrumente, Vorſchläge zu ihrer Verbeſſerung III. 181.

Alcarazzas, über die ſpaniſchen von *Fabbroni* III. 230.

Alkohol, Verdünſtung deſſelben I. 148. 150. 153. Gasarten daraus II. 201. friert nicht II. 111. I. 486. 488.

Alkoholometer I. 162. III. 88.

Amalgama, Kienmayerſches I. 85.

Amalienbad bey *Morsleben*, chemiſch unterſucht von *Gren* III. 368.

Ammoniak und Ammoniakgas, Verwandlung in einander durch Druck I. 153. 155; durch Kälte II 115. Zerſetzung des Ammoniaks durch electriſche Funken in Waſſerſtoffgas und Stickſtoffgas I. 269. Gefrieren deſſelben I 485. II. 108, 110. 111.

Amſterdammer Phyſiker II. 215. Electriſche Verſuche I. 90. 262. Zerſetzung des Waſſers durch Electricität II. 143. 154. Verſuche über drey Arten von kohlenſtoffhaltigem Waſſerſtoffgas, welche ſich aus Alkohol und Aether entwickeln laſſen II. 201. Neue Verſuche über die vorgebliche Verwandlung des Waſſers in Stickgas II. 220.

Anthracolith, ſiehe Kohlenblende.

Anthracometer III. 79.

Anziehung verſchiedner Körper auf einander dargethan II. 63.

Areometer *Ramsdens*, verbeſſert von *Haſſenfratz* I. 158. *Homberg's*, verbeſſert und deſſen Vorzüge I. 407. *v. Arnims* Vorſchläge zur Vervollkommnung der Areometer I. 412. *Say's* Areometer von ganz neuer Einrichtung II. 230. 238. Preiſe der *Renardſchen* II. 120. *Nicholſons* Tafeln, um die Grade des *Beaumé'ſchen* Areometers in ſpecif. Gewichte zu verwandeln III. 88.

Areometrie von *Haſſenfratz* I. 158. 396.

Argand I. 363. 382.

Argandſche Lampe II. 213. Muſter einer verſchloſsnen Feuerſtäte III. 313.

Arnim, L. A. von, Vorſchläge zur Vervollkommnung der Areometer I. 412. Anmerkung zu *Haſſenfratz* Areometrie I. 423. 515. Anweiſung zum Gebrauch des Areometers von *Say* ohne Barometerbeobachtung, allgemeiner Beweis des Mariottſchen Geſetzes, und Bemerkungen über dieſes Geſetz II. 238. Beſchreibung eines Thermometrographen II. 289. Beſchreibung neuer Barometer, und Bemerkungen über das Heber-Barometer II. 311. Ideen zu einer Theorie des Magneten. Beobacht. über die chemiſche Beſchaffenheit deſſ. III. 48. Verſuche über den Einfluſs der Eiſenmagneten auf Galvaniſche Erſcheinungen III. 63. Ueber einige

bisher nicht beachtete Ursachen des Irrthums bey Versuchen mit dem Eudiometer I. 91. Hydrogenometer II. 200. Beobachtungen über scheinbare Verdoppelung der Gegenstände für das Auge III 249. Anmerkung zu *Wilsons* Versuchen über die Bewegung schwimmender Lampen. III. 458. zu *Jurine's* Versuchen III. 461.

Atmosphäre, siehe Luftkreis.

Auflösung, *Rumfords* Vermuthungen über die Natur derselben II. 258 275. Merkwürdiger Versuch über Auflösung von Kochsalz II. 260.

Ausdünstung von Thieren und Pflanzen wird durch Electricität nicht vermehrt I. 96. 112.

Ausfluss des Wassers aus Gefäßen, siehe *Hydraulik*.

Austin II 194.

B.

Baader I. 1. 353.

Baillet Bemerkung über unterirdische Wasser II. 346.

Balance de Torsion, siehe Windungsapparat.

Balbi I. 11. 16.

Barometer, Wasserbarometer I. 469. Beschreibung neuer Barometer *Prony's*, *Conté's*, *v. Humboldt's*, *Gödcking's* und *Voigt's* II. 311. Beytrag zur Geschichte des Barometers II. 334. Barometerhöhe am Ufer des Meers, bestimmt von *Fleuriau Bellevue* II. 359. Tägliche Veränderungen der Atmosphäre, am Barometer beobachtet von *Duc Lachapelle* II 361. Einfluss der Electricität auf das Barometer I. 117. Preiss von *Renards* Barometer II. 118

Batterie, siehe Electrische Batterie.

Beaumé's Areometer, Verwandlung der Grade desselben in specif. Gewichte III. 88.

Bélier hydraulique I. 363.

Bennet I. 251.

Bertier II. 65

Beugung des Lichts III. 235.

Blasewerke durch Wasser (*trompe*), Theorie und Berechnung derselben von *Venturi* III. 130.

Blitzableiter I. 109. 263.

Boscovich III. 302.

Braunkohlen um Halle, Güte derſelben II. 483.
Brennglas der *Ecole polyt.* II. 388. *Tſchirnhauſiſches* des National-Inſtituts II. 391.
Brennmaterialien, unnöthiger Verluſt derſelb. III. 352.
Breſſy Electricität des Waſſers I 375.
Briſſon, Diction. de Phyſique II. 363.
Brooke's Electrometer I. 75. III. 6. 9. Verſtärkung electriſcher Flaſchen I. 81. 276. III. 5.
Brugnatelli II 206.
Brunnengräberey, merkwürdige II. 348.
Büſch Beobachtungen über die horizontale Strahlenbrechung und die wunderbaren Erſcheinungen, welche ſie bewirkt III. 290.

C.

Candolles II. 366. 480.
Cantines III. 206.
Carradori, D. Joach., Bemerkungen über das Leuchten des fliegenden Johanniswürmchen und des faulen Holzes I. 205. 209.
Cavandiſh, Henry, Verſuche um die Dichtigkeit der Erde zu beſtimmen, ausgezogen und erläutert von *Gilbert* II. 1. 68.
Chaptal III. 211.
Chemie, franzöſiſche, *de Lues* Einwürfe dagegen II. 121. *Lichtenbergs* Urtheil über ſie II. 141. 152.
Chladni, über drehende Schwingungen eines Stabs II 87 Siehe auch *Schall.*
Ciſternen, wie der Ausfluſs aus ihnen zu vergröſſern iſt II. 400
Clouet II. 387. III. 65.
Coaks und Cinders, warum ſie ſoviel Hitze geben II 397. Bemerkungen über ſie von *Gazeran* III. 72.
Cohärenz der Metalle I. 370. Bedingung des Magnetismus III. 56.
Conté's neue Barometer II. 313.
Coulomb's Windungsapparat (*balance de torſion*) II. 3. 9.
Cuthbertſon, John, Electrometer I. 25. Luftpumpe I. 352. 358. 381. Sehr einfacher Apparat, um

durch Verbrennung von Waſſerſtoffgas Waſſer zu erzeugen. II. 181. Neues Mittel, die Kraft electriſcher Flaſchen und Batterien zu erhöhen und ſie zu meſſen, und Beſchreibung eines neuen Univerſal-Electrometers III 1. Verſuche, um ein Maaſs für die Kraft electriſcher Maſchinen zu finden III. 25. Apparat für die Zerſetzung des Waſſers durch Electricität II 157.

Cylindergebläſe zum Glasblaſen I. 1. zum Gasmeſſer II. 185.

D.

Dämmerung III. 102.

Dalby Beobachtungen ungewöhnlicher Strahlenbrechungen III. 274. 275. 390. 409. Meſſung irdiſcher Strahlenbrechungen. III. 282.

Dampfkugel, wie ſie im Anblaſen des Feuers wirkt III. 159.

Davy Athembarkeit des ſauerſtoffhaltigen Stickgas II. 482.

Diamant, Verſuche über das Verbrennen deſſelben von *Guyton* II. 387. Phänomene, indem er in Sauerſtoffgas verbrennt II. 393. iſt reiner Kohlenſtoff III 396. 398. Bemerkungen darüber von *Gilbert* II 466. Verpuffung mit Salpeter, und Beurtheilung von *Tennants* Verſuchen darüber II. 468. Verſuche, mittelſt deſſelben weiches Eiſen in Gufsſtahl zu verwandeln, von *Guyton* III. 65. Electriſches Verhalten des Diamanten III. 470. Magnetiſches III. 49.

Dip of the ſea III. 257 276. 281. 389. Correction wegen derſelben *(tables of the dip)* III. 277. Beobachtungsart III 278. Beobachtungen III 288. Scheinbare Erhebung des Waſſerhorizonts III 426.

Döttler III. 200.

Duc Lachapelle tägliche Veränderungen der Atmoſphäre am Barometer beobachtet II. 361.

Dynamometer von *Regnier*, und damit angeſtellte Verſuche II. 91.

E.

Eis, ſchmilzt nicht von kochendem Waſſer, was drüber ſteht I. 227. und damit verwandte Verſuche I. 228. f.; kaltes Waſſer ſchmilzt am mehrſten I. 325. 348 — Bemerkungen über die Bildung des Eiſes im ſüſsen Waſſer I. 443. 450. 461.; in Tropfen I. 474.; im Meere I. 483.; über Queckſilber II. 264.; im Grunde der Ströme als Grundeis II. 265. Wie man es in Benares künſtlich bereitet III 232. Wie es, wenn das Waſſer nur bis 40° R. erkältet iſt, entſtehn kann I. 448. Schmelzung von Eis und Schnee an der Sonne I. 449. Leuchtet II. 355.

Eiſen, Verwandlung in Stahl durch Cementation mit Kohle III. 66. 71. mit Diamant III. 68. Welches die des ſtärkſten Magnetismus fähige Miſchung des Eiſens iſt III 50. 55. Verbindung deſſelben mit Kohlenſtoff und Sauerſtoff III. 57. Eiſen aus Feuerkugeln III. 87.

Electricität 1) nach *van Marums* Verſuchen: Mittheilung an die Luft I. 243 Einfluſs auf den Puls I. 38., auf die Ausdünſtung I. 46., auf Pflanzen I. 112. 114. 116 256., auf das Barometer I. 117. auf das Verdünſten I. 120., auf Verdünnung der Luft I. 242., auf Phosphor I. 248, auf mehrere Säuren I. 266., auf Metallkalke I. 271. Verkalkung der Metalle durch verſtärkte Electricität I. 258. Nachahmung der ſtrahlenden Electricität beym Blitze I. 109. Verſuche für Blitzableiter I. 263. Erſcheinungen an einer Glasſcheibe, welche auf einer Seite gerieben wird. I. 277.

2) Electriſch chemiſche Verſuche über die Kohle I. 100.; über Gasarten, Säuren etc. I. 266.; über die Luft aus Waſſer durch Electriſiren erhalten von *Pearſon* II. 154., (wie die electriſche Materie dabey wirkt, von *Lichtenberg* II. 143. f., von andern II. 167. 176.); über das kohlenhaltige Waſſerſtoffgas von *Henry* II 194., das phosphorhaltige II. 200., das Oehlerzeugende Gas II. 308

3) Electricität des Waſſers von *Breſſy* I. 375. Zuſammenhang der Electr. mit der chemiſchen

Qualität der Körper, von *Ritter* II. 80. Electrisches Verhalten des Diamanten II. 470.

Electrische Batterieen und Flaschen *van Marums* Beschreibung des grofsen Teylerschen und damit angestellter Versuche I. 68. vergl. III. 2. *Deff.* Bemerkungen über grofse Batterien und die Art sie zu entladen I. 274. über *Brooks* Verstärkungsart der Flaschen I. 276. Einfaches Mittel, ihre Kraft beträchtlich zu erhöhen, und Methode, diese genau zu messen, von *Cuthbertson* III. 1 vergl. I. 81. Ihre Stärke während des Ladens zu messen von *Haldane* III. 22. Drahtschmelzung durch Batterieen I. 77. 86. 259. III. 1. 9. Wie die Länge des geschmolzenen Draths mit der Ladung zunimmt III. 13.

Electrische Maschinen, Stärke der im *Teylerschen* Museum I. 83. ob sie durch Verlängerung des Leiters gewinnen I. 244. *Cuthbertsons* Versuche, um ein Maafs für die Kraft electr. Maschinen zu finden III. 25.

Electrische Materie, Wärmestoff in ihr I. 247. verbindet sich nicht leicht mit dem Sauerstoff luftförmig I. 269. ist nicht sauer I. 270. Hypothesen über sie II. 143. 167. 176.

Electrischer Rückschlag, Bemerk. darüber von *Heller* II. 223.

Electrometer *Brook's* und *Cuthbertson's* I. 75. *Nicholson's* verbessertes Bennetsches Goldblatt-Electrometer I. 251. *Cuthbertson's* neues Universal-Electrometer III. 1.

Ellicot, Andr., Beschreibung einer ungewöhnl. Hebung durch Strahlenbrechung und eines Sturms III. 305.

Entwässerungskanäle, die höher als das abzuleitende Wasser liegen III. 143.

Erde, Versuche um ihre Dichtigkeit zu bestimmen, von *Cavendisch* II. 1.; hat kein Centralfeuer I. 456. Woher ihre Wärme rührt I. 457. Mittlere Temperatur derf. III. 217. Gröfse und Ausdehnung ihrer Atmosphäre III. 108.

Erden, reine, zersetzen des Sauerstoffgas I. 501.

Erdmehl III. 234.

Eudiometer, Phosphor- und Salpetergas-Eudiometer I 508 511. *v. Humboldt's* Verſuche für das letztere III 85. *v. Arnim* über einige bisher nicht beachtete Urſachen des Irrthums bey Verſuchen damit III. 91.

F.

Fabbroni über die ſpaniſchen *Alcarazzas* III. 230.
Fenſter, doppelte Urſach ihres Warmhaltens III. 332.
Feuerſtäte, vortheilhafteſte Einrichtung derſelben III. 312. 350. dazu nöthiges Regiſter 314. Klappe im Rauchfang 315. Roſt 318. 322. Aſchenloch 321. Vorzug der verſchloſsnen Feuerſtäte 326 Bey nicht verſchloſsnen Feuerſtäten geht $\frac{7}{8}$ Brennmaterial unnütz verlohren, durch Verſuche bewieſen 352
Feuerkugeln, *Lüdicke's* Bemerkungen über die ſehr hohen und groſsen I. 10. *v. Humboldt's* Meynung von ihnen III. 87. Sehr entfernte Feuer- oder Glanzkugeln beobachtet von *Schröter* III. 90. a.
Fierlinger, D., bequeme Art kohlenſaure mineraliſche Waſſer nachzumachen I. 64.
Filtrirſteine, Art welche zu machen III. 234.
Flamme, iſt als glühender Dampf Nichtleiter der Wärme, bewieſen durch Verſuche mit dem Löthrohr III. 343. f. Siehe auch *Lichtflamme*.
Fledermäuſe, über die Verſuche mit geblendeten Fledermäuſen III 461.
Fleuriau Bellevue Beſtimmung der Barometerhöhe am Ufer des Meers II 359.
Flötenapparat *Chladni's* III. 191. 200.
Flötentöne, ſiehe *Schall*.
Flüſſigkeiten, Apparat, tropfbarer Uebergang in elaſtiſche im Luftleeren Raum zu zeigen, von *van Marum* II. 145. Verſuche über die Fortpflanzung der Wärme durch Flüſſigkeiten von Gr. von *Rumford* I. 214 323. 436 464. II 249. III 202. Innere Bewegung derſelben beym Erwärmen I. 216 437. Apparat, um dieſe Bewegung ſichtbar zu machen und Verſuche da-

damit I. 218. Flüſſigkeiten pflanzen die Wärme nicht nach unten fort und ſind Nichtleiter der Wärme. I 225 III 330. Verſuche, welche dieſes beweiſen II. 251. 278 Erklärungen von Phänomenen daraus II. 255. 256 279. Anwendung dieſer Lehre auf Chemie, Vegetation und thieriſches Leben II. 257. 275. a auf Wirkungen ſehr intenſiver unmerkbarer Hitze II. 268. Eine den Winden ähnliche Circulation in einer Flüſſigkeit II. 283.

Fourcroy Verſuche mit künſtl. Kälte II. 107. I. 479.

Franklin III. 182.

Fulham II. 274.

G.

Galvanismus in der anorgiſchen Natur, von *Ritter* I. 80. Verhalten für kohlenſtoffhaltige Stoffe II. 399. Einfluſs der Eiſenmagneten auf galvaniſche Erſcheinungen III. 61. 63.

Gasarten, ihr Verſchlucken durch die Kohle II. 366. 480. Vorrichtung zu Schmelzverſuchen mit ihnen, und Ballons zu füllen I. 7. Electriſche Verſuche mit Gasarten I. 266. II. 154. 194. 200. Wirkung der Kälte auf ſie: auf ſchwefelſaures, ſalzſaures und Schwefelwaſſerſtoffgas II. 112. Ammoniakgas II. 115. Flufsſpathſaures Gas mit aufgelöſter Kieſelerde I. 485. Sauerſtoffgas II. 363. Tönung derſelben III. 193. Verſuche mit ihnen im Löthrohr III. 348. Wirkung auf die Bewegungen des Kamphers II. 307. Einfluſs auf natürliche Phosphore I. 33.

Gasmeſſer, verſchiedne Arten derſelben und Beſchreibung des von *Séguin* erfundenen II 185.

Gazeran Bemerkungen über die Coaks und ihren Gebrauch zum Eiſen- und Stahlſchmelzen III. 71.

Gefrieren des Waſſers I. 474. des Queckſilbers und chemiſcher Stoffe I. 479. II. 107. ſiehe *Eis*.

Geſchichte der Naturwiſſenſchaft von *Gren* I. 167.

Gewicht, ſpecifiſches, einiger im Waſſer auflöslichen Stoffe von *Haſſenfratz* I. 423. verglichen mit *Newtons*, *Muſſchenbroeks* und *Kirwans* be-

ſtimmungen I. 433. Einfluſs der Adhärenz auf das ſp. G. feſter Körper I. 396. 412. 423. 515.
Gewichtsverluſt glühender Körper I. 422.
Gewitter in *Malacca* III. 219. a.
Gilbert, L. *W.*, Zuſatz zum *Haſſenfratzſchen* Areometer I. 162. Berichtigungen *Haſſenfratz's* I. 401. 402. Bemerkungen über *de Luc's* Einwürfe gegen den Grafen von *Rumford* I. 464. Erläuterung von *Cavendiſchs* Verſuchen um die Dichtigkeit der Erde zu beſtimmen II. 1. 68. Bemerkungen über die Anziehung verſchiedner Körper unter einander II. 63. Von den verſchiednen Gasmeſſern II. 185. Einige Bemerkungen zu *Guytons* Abhandl. vom Verbrennen des Diamanten II 466. Beurtheilung von *Tennants* Verſuchen mit dem Diamanten II. 468. von *Kirwans* Analyſe der Steinkohlen II. 472. von *Nicholſons* Erklärung der Ventaroli III. 222. Bemerk. über die Gröſse und Schätzung der irdiſchen Strahlenbrechung II. 231. Beſchreibung einer ſeltnen Lufterſcheinung III. 360.
Glasblaſen, Hülfsmittel dazu I. 1.
Gödeking's Reiſebarometer II 324.
Goldkalk reducirt am Sonnenlichte auf mannigfaltige Wege II. 273.
Gren, *D. F. A. C.*, Geſchichte der Naturwiſſenſchaft als akadem. Vorleſung; ein Fragment I. 167. Güte der Steinkohlen und Braunkohlen um Halle II. 483. Unterſuch. der Mutterlauge der Salzſoole aus dem königl. Siedehauſe zu Halle II. 485. Chemiſche Unterſuchung des Amalienbades bey Morsleben im Magdeburgiſchen II. 368.
Grimm, *J. K. P.*, über den Urſprung des unterirdiſchen Waſſers II. 336. Brief II. 367.
Grotte von Roquefort III. 211.
Grubenwaſſer beſondere II. 346.
Gruber, *Tobias*, Beobachtungen über die Strahlenbrechung auf erwärmten Flächen III. 377. Bemerkungen zum Woltmannſchen Aufſatze III. 397. Theorie der mit Spieglung verbundnen Hebung und Senkung der Objecte nahe am Horizonte III. 439.
Gunilas Oerar III. 431. 440.

Guyton (Morveau) Ueber einige Eigenſchaften des Platins I. 369. Verſuche mit künſtlicher Kälte über Queckſilber, Ammoniak etc. I. 482. II. 112. Verſuche über das Verbrennen des Diamanten II. 387. Verſuche, mittelſt des Diamanten das geſchmeidige Eiſen in Gufsſtahl zu verwandeln III. 65. Electriſches Verhalten des Diamanten II. 470. Von den *Alcarazzas* III. 220. a.

H.

Haldane, wie die Stärke electriſcher Batterieen während des Ladens zu meſſen iſt III. 22.

Hällſtröm Erklärung einer Verdopplung ins Waſſer getauchter Gegenſtände III. 235.

Hall, Sam., Beſchreibung eines merkwürdigen Hofs um den Mond III. 357.

Hamberger II. 64.

Haſſenfratz verbeſſertes Ramsdenſches Areometer I. 138. Einfluſs der Adhärenz auf die Beſtimmung des ſpecif. Gewichtes feſter Körper I. 396. 423. 515. Specifiſche Gewichte einiger im Waſſer auflöslichen Stoffe I. 425. Verſuche mit gefrornem Queckſilber I. 493.

Hauch, Ad. Wilh. von, Prüfung der vom Prof. *Würtzer* behaupteten Verwandlung des Waſſers in Stickſtoffgas II. 369. Gasmeſſer II. 188.

Hauy über die natürlichen Magneten III. 113.

Hebung weitentlegner unſichtbarer Gegenſtände über den Horizont durch Strahlenbrechung II. 297. 298. 305. 392. Damit verbundne Vergröſserung der Gegenſtände III. 394. 408. und Spieglung aufwärts III. 426. 430. 431. umſtändliche Beobachtungen über die Hebung und Reſultate daraus III. 415. 417. 421. 424. 427. 435 Hebung des Horizonts III. 426. Kennzeichen, ob Hebung oder Depreſſion ſtatt findet III. 437. 438.

Hedyſarum gyrans I. 116.

Heller, Egidius, über das Gefrieren des Waſſers I 474. über den Rückſchlag II. 223.

Henry, *Will.*, electrische Versuche mit kohlenstoffhaltigem Wasserstoffgas II. 194. mit phosphorhaltigem II. 200.
Hermbstädt Versuche über die Anziehung verschiedner Körper II. 63.
Hindenburg I. 352.
Hitze, siehe Wärme.
Hochheimer's Glashygrometer I. 314.
Höhlen, unter der Pariser Sternwarte und deren Temperaturveränderung III. 215. kalte von St. Marino und Cesi III. 204., von Chiavenna 206. von Caprino III. 207. von Hergisweil III. 210.
Hof um den Mond, ein merkw. beschrieben III. 357. *Scheiner's III.* 359.
Holz, faules, siehe Leuchten.
Homberg I. 407.
Home über die von *Sömmering* entdeckte Oeffnung in der Netzhaut II. 246.
Huddart, *Joh.*, Beobachtungen über die horizontale Strahlenbrechung bey irdischen Gegenständen und über die Vertiefung des Seehorizonts (*dip of the sea*) III. 257.
Huflattig I. 321.
Humboldt, *Alex. von*; Ursprung der Erdwärme I. 457. Zersetzung des Sauerstoffgas durch die reinen Erden I. 501. f. Entstehung des Salpeters I. 513. Beschreibung seines Reisebarometers II. 321. Kohlensäuremesser III. 77. Kohlensäure im Dunstkreise und Beschaffenheit des Luftkreises der gemäfsigten Zone III. 79. Ueber die Entbindung des Lichts III. 83. Ueber das Salpetergas und dessen Verbindung mit dem Sauerstoff III. 85. Eudiometrische Versuche II. 392.
Humus zersetzt die atmosphärische Luft I. 501. 507. 512.
Hydraulik, Unvollkommenheit derselben II. 401. 414. 423. *Vince's* Bemerkungen über die Bewegung flüssiger Körper (ihren Ausfluss aus Gefäfsen) II. 401. *Venturi's* Unters. und Erfahr. über die Seitenmittheilung der Bewegung in flüssigen Körpern (II. 418.) angewandt auf die Erklärung verschiedner hydraulischer Erscheinungen: den Ausfluss aus Gefäfsen durch Oeffnungen und Röhren

II. 428. die Geſtalt des Waſſerſtrahls dabey III. 35. auf Blaſewerke durch Waſſer III. 129. Entwäſſerungskanäle III. 140. Wirbel in Strömen III 145. und beym Ausfluſs aus Gefäſsen III. 149. auf Wind und Flötentöne III. 159. — *Venturi*, Bewegung des Kamphers auf dem Waſſer, und ähnliche, II. 298. *Wilſon* Bewegung brennender Dochte auf Oehl, öhligen Flüſſigkeiten und Waſſer III. 447. 458. *Prevoſt* Bewegung erwärmter Staniolſcheiben III. 456. *Belier hydraulique* I. 363.

Hydrogenometer III. 200.

Hygrometer. *Lüdicke*, Bemerkungen über den Mechanismus des *Sauſſurſchen* Hygrometers I. 282. Neuer Mechanismus für Gashygrometer I. 290. auch Fiſchbein- und Elfenbein-Hygrometer I. 296. Mechanismus für das *Lowitziſche* Hygrometer I. 297. Vergleichung des Stein- und Haarhygrometers I. 306. *Hochheimer's* Vorſchlag eines Glashygrometers I. 314. *Lüdicke*, Bemerkungen über das Stein- und Glashygrometer II. 70. *Voigts* Anzeige neuer Federſpül-Hygrometer III. 126. Preiſs der *Renardſchen* Hygrometer II. 120.

Hygrometerſtein, neuer, erfunden von *Lüdicke* II. 75. 367.

Hygrometrie, Beyträge dazu von *Lüdicke* I. 282. 70. Beſtimmung des Feuchtigkeits und Trockenpunctes I. 282. 284. 303. Merkwürdiges Phänomen im Gang des Hygrometers beobachtet von *Sauſſure* I. 317.

I.

Janin III. 256.

Johanniswürmchen, ſiehe Leuchten.

Iſchia, Ventaroli auf dieſer Inſel III. 204.

Juch's, D. Dampfthermometer II. 296.

Jurine über die Verſuche mit geblendeten Fledermäuſen III. 461.

K.

Kälte, Verſuche mit künſtlicher Kälte, von *Fourcroy*, *Guyton*, dem Grafen von *Muſſin Puſchkin*, *Zanetti*, *Rouppe* und *Haſſenfratz* I. 479. II. 107. von *van Mons* II. 118. 366. Kälte beym Hinausdringen verdichteter Luft II. 243. Die Kälte auf hohen

Bergen erklärt von *Malacarne* II. 365. Kältegrade durch Froſt-erregende Miſchungen erlangt I. 429. 493. II. 107. 108. 112. 114. 118. Kälte des Winters 1798 und Beyſpiele hoher natürlicher Kälte I. 490. 491.

Kalkerde, ſalzſaure, Art ſie zu bereiten für Froſtverſuche II. 112.

Kalte Winde, welche aus der Erde dringen (*Venti tarali*) *III.* 173. beſchrieben und erklärt III. 201. *Sauſſüres* Erklärung 212, geprüft von *Nicholſon* 217. und verbeſſert 222.

Kampher, *Venturi* über die Bewegungen deſſelben auf dem Waſſer II. 298. Art, wie er ſich im Waſſer auflöst, und darüber verbreitet II. 301. daraus allein entſpringt ſeine Bewegung II. 303. nicht aus ſeiner Riechbarkeit und Verflüchtigung II. 304. Einfluſs verſchiedner Gasarten darauf II. 307. Aehnliche Bewegungen in der Natur II. 304. Verdünſtung des Kamphers II. 269. 306.

Kant II. 245.

Kavina I. 20.

Kilkenny-Kohle der Engländer. Ihre Natur II. 397. Antheil an Kohlenſtoff und Sauerſtoff II. 475.

Kimmung III. 297.

Kirch I. 10.

Kirwan's Verſuche über Steinkohlen II. 472.

Klaproth II. 397.

Klügel's Nadelverſuch *III.* 235.

Kochgefäſse, vortheilhafteſte Einrichtung derſelben III. 351.

Kohlenblende. Ihre Natur II. 397. 399. Antheil an Sauerſtoff und Kohlenſtoff II. 476.

Kohlenſäure, Antheil derſ. im Dunſtkreiſe III. 79.

Kohle. Die *Holzkohle* enthält Waſſerſtoff, bewieſen von *van Marum* I. 100. Iſt nicht reiner, ſondern geſäuerter Kohlenſtoff, bewieſen von *Guyton* II. 396. 398. Antheil an Kohlenſtoff und Sauerſtoff II. 467. Wie ſie im verſchloſsnen Raume entbrennt wird II. 397. Detonation mit Salpeter II. 468. Hat die Eigenſchaft, verſchiedne Gasarten zu verſchlucken und Waſſer zu bilden II. 366. 488. Ihr magnetiſches Verhalten III. 49.

Kohlenſäuremeſſer *v. Humboldt's* III. 79.

Kohlenſtoff iſt noch immer chemiſch einfach II. 194. reiner iſt Diamant, verſchiedne Grade ſeiner Säuerung II. 398. 478. geht nur geſäuert im Stahl mit ein, Verſuch darüber III. 66. 67. 75. hat keine geringere Verwandtſchaft zum Sauerſtoff als der Waſſerſtoff III. 68. a.

Kometenſchweife, Bemerkungen über ſie und die ihnen ähnlichen Erſcheinungen am Himmel von *Rüdiger* II. 99.

Kryſtalliſation, Beſchreibung einer merkwürdigen, den Lichtenbergſchen elektr. Figuren ähnlich II. 78. Ein ſchöner Kochſalzkryſtall II. 282.

Kraftmeſſer *Regnier's* und damit angeſtellte Verſuche zur Schätzung der Kräfte der Menſchen, des Zugviehs und des Widerſtands bey Wägen II. 91.

Kries II. 120.

L.

Lampen hydroſtatiſche, über deren Bewegung III. 447.

Lampadius III. 56. 65.

Lemaiſtre Beſchreibung eines von *Six* erfundnen Thermometers, welches den gröſsten und geringſten Wärmegrad, der während einer gewiſſen Zeit eingetreten iſt, aufzeichnet II. 287.

Leuchten. Ueber die Phänomene natürlicher Phosphoren, (faules Holz, Lucciolen u. a. Insecten) in verſchiednen Gasarten von *Spalanzani* I. 33. von *Carradori* I. 205. 209. von *v. Humboldt* III. 83. Leuchten des Meers I. 378. Leuchten des Waſſers in den Scheeren von *Wermdö* II. 352. des Eiſes II. 355.

Licht. Ueber diechemiſchen Wirkungen, die man demſelben zuſchreibt, vom Grafen von *Rumford* und *Le Sage* II. 273. ſie gebühren unmerklicher doch ſehr intenſiver Hitze II. 271. 274. Ueber die Entbindung des Lichts von *v. Humboldt* III. 83.

Lichterſcheinungen und Lichtſprudel, höchſt entfernte, beobachtet von *Schröter*, und Vermuthungen darüber III. 97.

Lichtflamme, Erſcheinungen dabey erklärt von *Pearſon* II 170. Beym Brennen von Alkohol in der Argandſchen Lampe, von *Nicholſon* II. 213.

Lichtenberg, G. C, Bemerkungen über einen Aufſatz des H. Hofr. *Mayer* zu Erlangen: Ueber den Regen, und *de Luc's* Einwürfe gegen die franzöſiſche Chemie II. 121.

Löthrohr, Rumfordſche Theorie deſſelb. *III.* 346.

Loaming III. 365.

de Luc Einwürfe gegen Graf *Rumford's* Theorie über die Fortpflanzung der Wärme durch Flüſſigkeiten, erörtert von *Gilbert* I. 464. Theorie vom Regen und Einwürfe gegen die franzöſiſche Chemie, vertheidigt von *Lichtenberg* II 121.

Lüdicke, *M. A. F*, Bemerkungen über das hydroſtatiſche Cylindergebläſe des H. *D. Bauder's* I. 1. Bemerkungen über die ſehr beträchtlich hohen und groſsen Feuerkugeln I. 10. Beſchreibung einer genauen und bequemen Wage, nach einer neuen Vorrichtung I. 123 Beſchreibung eines Mikrometers, die Durchmeſſer ſchwacher Saiten zu meſſen I. 137. Beyträge zur Hygrometrie I. 282. II 70 367. Beſchreibung einer ſchönen Kryſtalliſation II. 78.

Luft aus dem Waſſer durch electriſche Funken erhalten, unterſucht von *Pearſon* II. 154. Seitenmittheilung der Bewegung in der Luft beym Wind und Schall III. 169. durchdringt das Waſſer I. 419. Ob ſie Waſſer auflöſe II 129. 139. 161. Ob Electricität ſie verdünne I. 242. Scheinbares Zittern und Wellen deſſelben II. 285. III. 287. 389. 408 413. erklärt III. 438. Zerſetzung der atmoſphäriſchen nach dem ſpec. Gewicht III. 196. Iſt ein Nichtleiter der Wärme, und Erklärungen, die ſich darauf gründen II. 255. III. 331. Wie ſie Wärme fortpflanzt, und wie dieſe Fortpflanzung ſich noch ſehr vermindern läſst III. 333 Kennzeichen, zu beurtheilen, ob ſie oder die Erde und Gewäſſer wärmer ſind III. 435.

Luftkreis, über die chemiſche Zerlegung und die Beſchaffenheit deſſelben in der gemäſsigten Zone,

von *v. Humboldt* III. 77. Bemerkungen über die Gröſse der Atmoſphäre der Erde, und der Planeten von *Melanderhjelm* III. 96. Geſtalt der Erdatmoſphäre III. 108. Aether III. 110.

Luftpumpe, *Cuthbertſons* I. 352. 381. 382. Beſchreibung der Luftpumpe *Sadlers* (nach Art des *Baader*ſchen) I. 352. einer verbeſſerten Smeatonſchen Luftpumpe von *Prince* I. 357. einer ſehr einfachen verbeſſerten Sengverdſchen vom *D. van Marum* I. 379.

Luftſtreif, ſcheinbarer durch Strahlenbrechung bewirkt, ſiehe *Strahlenbrechung*.

Luftzug, der die kalten Winde (Ventaroli) bildet, welche aus der Erde blaſen III. 223.; die Wetterwechſel in den Gruben III. 229. die Land- und Seewinde an den Küſten der heiſsen Zone III. 226.

M.

Macdonald's, John, Beobachtungen der tägl. Abweichung der Magnetnadel im Fort *Marlborough* auf *Sumatra* und in der Inſel *St. Helena* III. 118.

Magnet. Ideen zu einer Theorie des Magneten von *v. Arnim* III. 48. 62. Chemiſch-Auszeichendes des Magneten III. 48. f. Chemiſch Verändertes beym Magnetiſiren III. 59. Einfluſs des Eiſenmagneten auf Galvaniſche Erſcheinungen III. 63. 61. Ueber die natürlichen Magnete von *Hauy* III. 113. *Vaſſalis* Magnet ohne Abweichung III. 116.

Magnetnadel, tägliche Abweichung derſelben auf *Sumatra* und in *St. Helena*, Beob. von *Macdonald* III. 118. Einfluſs des durch Wärme bewirkten Luftzugs auf ihren Stand II. 4. der Gewitter *III.* 229.

Magnetismus II. 20. Abhängigkeit von der Cohärenz und chemiſche Bedingung deſſelben III. 56. Magnetismus des Diamanten, der Holzkohle III. 48. des Meſſings III. 50. des Platins und Kupfers III. 56. des Kobalts III. 61.

Magnetismus, thieriſcher III. 64.

Malacarne Erklärung der Kälte auf hohen Bergen II. 364.

Malacca, Winde und Gewitter daſelbſt III. 226.

Mariottiſches Geſetz I. 156. III. 103. 104. Bemerkungen darüber und allgem. Beweis deſſelben II 238.
Martinet III. 434.
Maruin, *D. Mart. van*, Beſchreibung einer groſsen electr. Batterie I. 68. Electriſche Verſuche, ſiehe *Electricität*. Verſuche, welche beweiſen, daſs die Kohle Waſſerſtoff enthält I. 100. Beſchreibung einiger Vorrichtungen und Verſuche, den Uebergang tropfbarer Flüſſigkeiten in elaſtiſche im luftleeren Raume zu zeigen II. 145. Beſchreibung einer ſehr einfachen Luftpumpe I. 379. Einfacher Apparat, um die Producte beym Verbrennen der Oehle zu unterſuchen II. 216. Gasmeſſer II. 188.
Maunoir III. 200.
Maupertuis III. 181. 188.
Mayer II. 121.
Meduſen, phosphoriſche I. 39.
Meer, Endurſach ſeiner Salzigkeit I. 436. Wie es die übermäſsige Kälte und Hitze mindert I. 443. Kalte Ströme im Grunde deſſelben I 458.
Melanderhielm, *Dan.*, Bemerkungen über die Gröſse der Atmoſphäre der Erde, der Sonne und der Planeten III. 96.
Metalle ſind Wärmeleiter I. 226. Verkalkung derſelben durch electriſche Schläge I. 258. Schmelzung durch Electricität I. 263. Reduction der Metallkalke durch electriſche Funken und Gasarten, die ſich dabey entwickeln I. 271. Cohärenz der Metalle I. 371.
Meteore in Schweden und in Norwegen II. 352. III. 360. Sehr entfernte beobachtet von *Schröter* III. 97. Beſchreibung einer ſeltnen Lufterſcheinung III. 360. Siehe auch Feuerkugeln, Strahlenbrechung, Stürme.
Meteorologie I. 317.
Meteorologiſche Inſtrumente von *Renard*, Preiſs II. 119.
Mètre, Beſtimmung deſſelben II. 366.
Michell, *John*, II. 1.
Mikrometer die Durchmeſſer ſchwacher Saiten zu meſſen, von *Lüdicke* I. 137.
Mineraliſche kohlenſaure Waſſer bequem nachzumachen, von *Fierlinger* II. 64.

Miruge III. 303.
Mönnich III. 255.
Mond, Erſcheinungen an ihm durch Strahlenbrechung III. 271. 296. merkwürdiger Hof um ihn III. 357.
Mondringe II. 365. 366. 360.
Monge II. 307. ungewöhnl. Strahlenbrechung in Egypten beobachtet III. 303.
Mons, van, Brief an den Herausgeber II. 363. Verſuche mit künſtl. Kälte II. 118. 365.
Monte Teſtacco bey Rom, kalte Winde in ihm III. 202. 222.
Montgolfiers Bélier hydraulique I. 363.
Mudge, Capit., III. 274.
Muſikaliſche Inſtrumente, ſiehe Schall.
Muſſin Puſchkin, Graf von, Verſuche mit künſtlicher Kälte I. 376. 479.

N.

Nadeln, über eine ſcheinbare Verdopplung derſelben im Waſſer III. 235.
Nairne II. 274. III. 1.
Nebenſonnen III. 365. 366. II. 105.
Netzhaut, Oeffnung darin II. 246.
Nicholſon's Journal der Phyſik und mathem. Correſp: I. 250. Verbeſſerung des Bennetſchen Electrometers I. 253. Bemerkungen zu *Rumford* II. 249. Einige Bemerkungen über den Stahl III. 71. über Wärme II. 179. Nachricht von electr. Verſuchen *Cuthbertſons* III. 25. Tafeln, Grade des Beaumeſchen Areometers auf ſpecif. Gewicht zu reduciren III. 88. über die Ventaroli III. 201. über ungewöhnliche Strahlenbrechungen III. 307. Bemerkungen über den Schall und die akuſtiſchen Inſtrumente III. 181.
Nordlicht II. 105.

O.

Oeffnung in der Netzhaut des Auges III. 246.
Oehl, iſt kein Wärmeleiter II. 252. 280. leichter Apparat, die Producte beym Verbrennen deſſelben zu unterſuchen, von *van Marum* II. 216.

Oehlerzeugung und Oehlerzeugendes Gas II. 201. 210.
Opduining III. 297.
Optik, siehe *Netzhaut*, *Strahlenbrechung*, *Verdoppelung*.
Orgelpfeifen, siehe *Schall*.

P.

Pearson, *George*, Untersuchung der Luft, welche aus dem Wasser durch elektrische Funken erhalten wird II. 154.
Perolle, Versuche über die Fortpflanzung des Schalls durch feste und flüssige Körper und die Resonanz musikalischer Instrumente III. 167. Bemerkungen gegen *Chladni III.* 195.
Pflanzen, electrische Versuche damit, siehe *Electricität*.
Phosphore, natürliche, siehe *Leuchten*. Wirkung der Electricität darauf I. 248.
Pictet I. 226. II. 243. 249. 280.
Platin, über einige Eigenschaften desselben, von *Guyton* I. 369.
Pollen der Pflanzen II. 310.
Prevost II. 299. Versuche mit Staniolblättern, die auf Wasser schwimmen III. 456.
Prince's verbesserte Luftpumpe, beschrieben I. 352.
Pringle I. 22.
Prony's Wagebarometer II. 311.
Puls, ob er durch Electricität beschleunigt wird I. 88.

Q.

Queckſilber, Versuche über das Frieren desselben I. 487. 494. II. 107. 109. 113. Frostpunct desselben berechnet I. 497. 499. Wärmeverschluckung beym Flüssigwerden des gefrornen I 499. Ist kein Wärmeleiter II. 253 279. Verdunstet II. 269.
Quelle, intermittirende III 209.

R.

Regen, *Lichtenberg's* Bemerkungen über *Mayer's* Aufsatz vom Regen II. 121.

Register für verſchloſsne Feuerſtäte III. 314.
Regnier Beſchreibung eines Dynamometers und damit angeſtellter Verſuche II. 91.
Reifsbley enthält Waſſerſtoff I. 107. Wirkung der Electricität darauf I. 266. Iſt geſäuerter Kohlenſtoff II. 396. 399. Antheil an Kohlenſtoff und Sauerſtoff II. 477. Reifsbley im Roheiſen und Stahl III. 74.
Renard's meteorol. Inſtrumente II. 119.
Reſonanz muſikaliſcher Inſtrumente III. 173. 177. 188.
Riccati, Graf, III. 184.
Ritter, *Ioh. Wilh.*, Beobachtungen über den Galvanismus in der anorgiſchen Natur und über den Zuſammenhang der Electricität mit der chemiſchen Qualität der Körper II. 80. Galvaniſcher Verſuch mit dem Magneten III. 61.
Rochon III. 254.
Röhren, wie und warum ſie den Ausfluſs aus Gefäſsen beſchleunigen; ſiehe *Hydraulik*. Kunſtgriffe, wie der ſtärkſte Ausfluſs zu erhalten iſt II. 460.
Roſt für Feuerſtäte III. 318.
Rouppe Verſuche über das Frieren des Queckſilbers I. 488. über das Verſchlucken von Gasarten durch Kohlen II. 480.
Roy III. 281.
le Roy I. 23.
Rüdiger, *J. G. G.*, über die Schweife der Kometen und ähnliche Erſcheinungen am Himmel II. 99.
Rumford, *Benj. Graf von*, über die Fortpflanzung der Wärme in Flüſſigkeiten I. 214. 323. 436. II. 249. III. 202. Bemerkungen über das eigenthümliche Geſetz, wonach erkaltendes Waſſer nahe beym Froſtpunkte ſeine Dichtigkeit ändert, und über die auffallenden Wirkungen deſſ. in der Oekonomie der Natur, ſamt Vermuthungen über die Endurſach der Salzigkeit des Meers I. 436. Erzeugung der Wärme durch Reibung II. 178. Ueber die chemiſchen Wirkungen, die man dem Lichte zuſchreibt II. 273. Beyträge zur Lehre von der Wärme in phyſikaliſcher und ökonomiſcher Rückſicht III. 309.

S.

Sadler's verbeſſerte Luftpumpe, beſchrieben I. 352.
le Sage II. 273.
Sallior über die Alcarazzas III. 230.
Salpeter, Bildung deſſelben I. 513.
Salpetergas, Verſuche darüber und über deſſen Verbindung mit dem Sauerſtoff von *v. Humboldt III.* 85. Zerſetzung durch Electricität I. 266. Bildung durch Electric. aus Salpeterſäure I. 269.
Salpeterſäure, Veränderung durch Froſt II. 108. I. 486.
Salzſäure Veränderung derſ. durch Electricität I. 269. I. 160. durch Froſt II. 108. 110. I. 486.
Salzſoolen - Mutterlauge zu Halle, Unterſuch. derſ. von *Gren* II. 485.
Sarti Verſuch mit Orgelpfeifen III. 185.
Sauerſtoff, ob er ſich durch Electricität mit den edlen Metallen verbinden läſst I. 262. Hat nicht zum Waſſerſtoff gröſsere Verwandtſchaft, als zum Kohlenſtoff III. 68. a. Antheil deſſelben im Luftkreiſe der gemäſsigten Zone III. 81.
Sauerſtoffgas. Leuchten natürlicher Phosphoren darin I. 33. wird durch die reinen Erden, durch Thon und den Humus zerſetzt I. 501. 512. *Van Mons* Verſuche über die Condenſirung deſſelben durch Druck und Kälte II. 363. *Guyton's* Art, einen Ballon damit für ſeine Verſuche zu füllen II. 392.
Sauſſure über ein merkwürdiges Phänomen in der Meteorologie I. 317. über deſſen Hygrometer von *Lüdicke* I. 282. 290. über die kalten Winde, welche aus der Erde dringen III. 201.
Sauſſure, der Sohn, daſs die reinen Erden den Sauerſtoff nicht abſorbiren I. 505. vom Phosphor-Eudiometer I. 508.
Say Beſchreibung eines Areometers von ganz neuer Einrichtung II. 230.
Schall. *Chladni* über drehende Schwingungen eines Stabs II. 87. *Venturi* und *Chladni* Erzeugung des Flötentons, und Fortpfl. des Schalls durch Longitudinal - Schwingungen III. 159. II. 182. *Chladni's* Verſuche über das Tönen verſchiedner

Gasarten III. 193. *Pérolle* Verſuche über die Fortpflanzung des Schalls durch feſte und flüſſige Körper, und über die Reſonanz muſikaliſcher Inſtrumente III. 167. Ueber die Fortpfl. des Schalls in verſch. Gasarten und Bemerk. gegen *Chladni* III. 193. *Winklers* und *Chladnis* Verſuche über Fortpflanzung articulirter Töne durch feſte Körper III. 177. *Chladnis* Vermuthungen über die Geſchwindigkeit, womit ſich der Schall durch feſte Körper fortpflanzt III. 182. *Sartis* Verſuch über die Zahl der Schwingungen in einer Orgelpfeife III. 185. *Nicholſon's* Bemerkungen über den Schall und die akuſtiſchen Inſtrumente III. 181.

Schornſteine beſte Form II. 464. III. 160.

Schröter Beobachtungen ferner Lichterſcheinungen III. 97.

Schwachfeuer in den Scheeren von *Wermdö* II. 352.

Schweben des Landes und andrer Gegenſtände in der Luft, ſiehe *Strahlenbrechung, irdiſche.*

Schwefelſäure, Zerſetzung durch Electricität I. 268. II. 160. Friert I. 485.

Seen, Vermuthung daſs die mehrſten Landſeen im Grunde ſalzig ſind II. 263.

Seegeſicht III. 431

Seehorizont, Vertiefung deſſelben, ſiehe *Dip.*

Seguin's Gazometer II. 185.

Senkwage, ſiehe *Areometer.*

Sennebier's Verſuche über die chemiſchen Wirkungen des Sonnenlichts erklärt II 271.

Senſitiven, ob Electricität auf ſie wirkt I. 114.

Sepia officinalis I. 38.

Silberſchlag I. 11.

Six's Thermometer für das Maximum und Minimum der Wärme II. 287.

Sömmering II. 246.

Sonnenlicht, *Senebiers* Verſuche über deſſen Wirkung erklärt III. 271. reducirt Gold, Silber etc. II. 274.

Sonnenringe III 365. 366.

Spalanzani, Lorenz, über die Phänomene natürlicher Phosphoren in verſchiednen Gasarten I, 33. 209.

Spieglung in der Luft über erwärmte Flächen III 385. über Erd- und Waſſerſtrecken, *unterwärts* III 259. 262. 264. 291. f. 366. 395. 399. 403. 433. 437. zuſammenhängende Reihe von Beobachtungen darüber III 412. 415. 423. 424. Reſultate daraus III. 427. 432 434 441. *aufwärts* III. 265. 366. 426. 430. 433. Merkzeichen, ob eine, und welche Statt findet III. 437. 438.

Stahl, Kennzeichen deſſelben II 55. III. 70. Verſuche, in welchem Zuſtande er den Kohlenſtoff beym Cementiren aufnimmt (geſäuert als Reifsbley) III. 66. II. 398. Bildung trefflichen Gufsſtahls durch Cementiren mit Diamant III. 68. Einige Bemerkungen *Nicholſons* über die Natur und Bereitung des Stahls III. 71. 74.

Steinkohlen, unverbrennliche, ihre Natur II. 397. 398. a. 399. *Kirwans* Analyſe der engliſchen beurtheilt II. 472. Antheil an Kohlenſtoff II. 478. Güte der Halliſchen II. 483. Gebrauch zum Stahlſchmelzen III. 71.

Sternſchüſſe, beobachtet und berechnet von *Schröter II.* 99.

Stickgas, Verwandlung des Waſſers darin, ſiehe *Waſſer*. Athembarkeit des ſauerſtoffhaltigen Stickgas, II. 482.

Strahlenbrechung, auf *erwärmte Stein-* und *Metall Flächen*, Verſuche darüber III. 377. auf *Waſſerflächen* III. 397. 434. auf *Erdflächen* III. 436.

—— *aſtronomiſche, horizontale*, möglicher Irrthum dabey III. 421.

—— *irdiſche*, Gröſse und Meſſung derſelb. III. 281. Irrth. dabey III. 274. 285. 427. Erſcheinungen durch ſie bewirkt, umſtändlich beſchrieben III. 398. nach Zahl und Maafs an einem Hauſe zu Cuxhaven III. 404. Reſultate einjähriger Beobachtungen darüber III. 410. 415. 424. 426. beſteht in Spieglung unterwärts oder aufwärts, ſiehe *Spieglung*; oder in einer auſserordentlichen *Hebung* und Vergröſserung der Gegenſtände, ſiehe *Hebung*. Erſcheinungen an Küſten *III.* 259. 272. 273. 294. 297. 299. 305. 431. Schiffen *III.* 261. 293. 399. Gewäſſer *III.* 292. Lichtern

tern und Sternen III. 268. 270. 273. Sonne und Mond III. 271. 296. 433. auf Bergen III. 271. 275. Ebnen III. 276. 291. 294. 303. 377. 437. Heller Luftſtreif III. 398. 399. 400. 413.

Strahlenbrechung, ungewöhnliche. *Benennungen* dafür III. 439. a. 297. 309. 379. *Urſach*, Dünſte III. 258. 260. 306. 307. 395. 437. 440. Wärme III. 304. 388. 394. 434. 440. *Theorie* derſelben, *Huddart's* III. 261. 264. 272. *Monge's* III. 304. *Gruber's* III. 388. 432. 439. *Woltman's* 400. 410. 429.

Beobachtungen über die horizontale Strahlenbrechung bey irdiſchen Gegenſtänden und die Vertiefung des Seehorizonts *(dip of the ſea)* von *Huddart* III. 257. Beobacht. des General *Roy's*, *Dalby's* und mehrerer Aſtronomen, über die Gröſse der irdiſchen Strahlenbr. und die Vertiefung des Seehorizonts, mit Bemerk. von *Gilbert* III. 281. Beobacht. über die horizont. Strahlenbr. und die wunderbaren Erſcheinungen, welche ſie bewirkt, von *Büſch* III. 290. Beobacht. beſonderer Strahlenbrechungen, von *Boſcovich*, *Monge* und *Elliçot* III. 302. Beobacht. über die Strahlenbrechung auf erwärmten Flächen, von *Gruber* III. 377. Beobachtungen über die Brechung der Lichtſtrahlen, die nahe über der Erdfläche hinfahren, von *Woltmann* III. 397. Theorie der mit Spieglung verbundnen Hebung und Senkung der Objecte nahe am Horizont, von *Gruber* III. 439.

Ströme, kalte im Meer I. 458. Theorie der Wirbel in Strömen, Bildung der Strombetten etc. III. 145.

Stürme als Begleiter auſserordentlicher Strahlenbrechungen III. 258. 306. 307. 423.

T.

Taube, Art mit ihnen zu ſprechen III. 179.

Temperatur, mittlere der Alpenſeen III. 201. des Meeres III. 201. I. 459. der Erde, bey Genf III. 217. in Paris III. 218.

Temperaturveränderung in der Tiefe der Erde III. 217. 218.

Temperaturverſchiedenheit zweyer naher Brunnen III. 220.
Tennant II. 398. a. Verſuche über die Zerſtörung des Diamanten durch Salpeter, beurtheilt II. 468.
Thermometer, Beſchreibung eines neuen von *Six* II. 287 Dampfthermometer *Pictet's* II. 280., *D. Fuch's* II. 296. *Lavoiſier's* Thermometer III. 217. *Lüdicke's* Metallthermometer I. 297. Kälte, bey welcher das Queckſilberthermom. aufhört ein richtiger Wärmemeſſer zu ſeyn II. 489. 491. Preiſs von Renards Therm. II. 119.
Thermometrograph von *v. Arnim* II. 289.
Thieriſches Leben, *Rumford's* Vermuthungen darüber II. 266.
Tintenwurm, Leuchten deſſelben I. 38.
du Tour III. 241.
Tremelle, ihre Bewegung erklärt II. 305.
Tremery III. 116.
Trompe, ſiehe Blaſewerke durch Waſſer.
Trooſtwyk, *Paets van*, ſiehe Amſterdammer Phyſiker I. 157.

V.

Vaſſali's Magnet ohne Abweichung III. 116.
Vauquelin I. 503. II 107. 210. III. 74.
Ventaroli, ſiehe kalte Winde.
Venturi, *J. B.*, über die Bewegung des Kamphers auf dem Waſſer II. 298. Unterſuchungen und Erfahrungen über die Seitenmittheilung der Bewegung in flüſſigen Körpern, angewandt auf die Erklärung verſchiedner hydrauliſcher Erſcheinungen II. 418. III. 35. 129.
Verdichtung der Flüſſigkeiten im Erkalten. Davon macht Waſſer nahe am Froſtpunct eine Ausnahme I. 238. 438. Wirkungen derſelben 440.
Verdoppelung. Erklärung einer Verdopplung ins Waſſer getauchter Gegenſtände von *Hälſtröm* III. 235. Scheinbare Verdopplung der Gegenſtände fürs Auge, Beobachtungen darüber III. 249.
Verdünnung von Flüſſigkeiten durch Wärme, Urſach von Bewegungen auf ihnen ſchwimmender Körper III. 468.

Verdünſtung. Ob Electricität ſie befördert I. 120. Apparat, um ſie im verdünnten Raume ſichtbar zu machen I. 145. Verdünſtung des Waſſers I. 148. des Alcohols I. 150. des Ammoniaks und Aethers I. 159. Urſach derſelben II. 256. III. 258. Wirkung auf die Strahlenbrechung III. 260. 306. 307. Gröſse derſelben in Felſenklüften; *Sauſſure's* Verſuche darüber III. 213. in den *Alcarazzas* III. in *Benares* III. Verdünſtung von Eis, Queckſilber, Kampher II. 269. 302.

Verwandtſchaften, chemiſche, Erklärung derſelben aus mechaniſchen Principien II. 257. 275.

Viallon I. 367.

Vince, *Samuel*, Bemerkungen über die Bewegung und den Widerſtand flüſſiger Körper II. 401.

Voigts Reiſebarometer II. 327. neue Federkiel-Hygrometer III. 126

Vulliamy, Bemerk. beym Graben eines Brunnens II. 346.

W.

Wärme, Theorieen derſelben I. 465. II. 178. Verſuche und Beobachtungen über die Fortpflanzung der Wärme in Flüſſigkeiten, vom Grafen von *Rumford* I. 214. 323. 430. zweyter Theil II. 249. Einwürfe *de Luc's* gegen die Theorie des Gr. von *Rumford*, mit Bemerkungen von *Gilbert* I. 464. Beyträge zur Lehre von der Wärme in phyſikal. und ökonomiſcher Rückſicht, vom Grafen *v. Rumford* III. 309. Erzeugung der Wärme durch *Reibung* II. 177. beym *Verbrennen* II. 309.; die Wärme dabey hängt von der Regierung des Feuers ab III. 311. geht als *ſtrahlende Wärme* und im *Rauch gebunden* fort; Verhältniſs beider III. 323. Mittel, die Wärme *einzuſchlieſsen* und ihre Wirkung *zu regieren* III. 327. 338. Wie die *Flamme* andern Körpern Wärme mittheilt III. 343. Wärmeverluſt bey den gewöhnlichen Küchenproceſſen III. 352.

—— *latente* II. 255.

Wärme, *Leiter* und *Nichtleiter der Wärme* erklärt III. 327. Metalle sind *gute Leiter* I. 226. *Ingenhous* Versuch über das Verhältnifs ihrer wärmeleitenden Kraft III 328. *Nichtleiter* sind Holz III. 329. Kohlenpulver III. 331. etc.; vollkommne Nichtleiter alle Flüssigkeiten, siehe *Flüssigkeit*. Dieses wird insbesondere durch Versuche dargethan vom Wasser I. 227. f. 323. 351. 464. II. 279. 280. Oehl II. 252. 280. Queckfilber II. 253. 279. Weingeist II. 279. Luft II. 255. 280. III. 331. 333. Dämpfe II. 255. III. 338. die Flamme II. 255. III. 343. f. *Wärmeleitung* der torricellischen Leere III. 336.

Wärme der natürlichen Bekleidung, Federn, Haare etc. erklärt III. 331. des Schnees III. 332. doppelter Fenster III. 332. Ob Waffer oder Luft wärmer ist, zu beurtheilen III. 435. Wärme einziger Grund chemischer Verwandtschaft, Auflösungen, Schmelzungen, Krystallisationen etc. II. 257. 275. des thierischen Lebens II. 268.

—— *intensive*, sehr starke Wärme, ohne dafs sie wahrzunehmen ist, an Beyspielen bewiesen II. 268. Wirkungen derselben besonders im Sonnenstrahl II. 269. Ihr gebührt, was man gewöhnlich den chemischen Wirkungen des Lichts zuzuschreiben pflegt II. 273.

Wäström, *Olof*, Versuch über einen besondern Schein im Wasser der Ostsee, oder das sogenannte Schwachfeuer II. 352.

Wage, Beschreibung einer genauen und bequemen von *Lüdicke* I. 123. Verbesserte Schnellwage I. 158. Ganz eigne Wage von *Say* II. 230. Ob Adhärenz der Luft auf das Wägen Einfluss hat I. 421.

Waffer. Ist ein *Nichtleiter der Wärme* I. 225. 323. 351. 464. II. 250. 279. Verdünnt sich beym Erkalten nahe am Frostpunct I. 238. II. 280. Eigenthümliches Gesetz, wonach es nahe beym Frostpunct seine Dichtigkeit ändert I. 428. 471. Wirkungen desselben in der Natur I. 436. Art, wie das süfse Waffer *gefriert*, und warum die süfsen Gewässer in kalten Ländern nicht ausfrieren I. 441. 451. 462. 463. Gefrieren des Salzwassers, und wie das Meer die übermäfsige Kälte der Polarge-

gend mindert I. 453. und die grofse Hitze der heifsen Gegenden I. 456. Bemerkungen über das Gefrieren des Waffers von *Heller* I. 474. fiehe auch *Eis*.

Waffer wird von den luftförmigen Flüffigkeiten durchdrungen I. 469. Zerfetzung deffelben durch Electricität II. 143. 154. Apparate, um es durch Verbrennung von Waffertoffgas zu erzeugen II. 181. 185. Ueber die vorgebliche Verwandlung deffelben in Stickgas, von der Gefellfch. Amfterd. Phyfiker II. 220.; vom Oberhofmarfchall von *Hauch* II. 369.; von *v. Humboldt* I. 513. *Unterirdifche Waffer*, ihr Urfprung, von *Grimm* II. 336.; Bemerkungen über fie von *Baillet* und *Vulliamy* II. 346. Bewegung des Kamphers und andrer öhliger Stoffe auf dem Waffer II. 298. erhitzter Zinnblätter III. 456. Siehe auch *Hydraulik*, *Flüffigkeiten* und *Verdünftung*.

Waffer dampf, Verfuche mit Dämpfen, in die Eis gelegt wird III. 339; ift ein Nichtleiter der Wärme III. 338.

Waffer fälle, Erklärung des Winds und Nebels bey Wafferfällen III. 133. Befchreibung der Wafferfälle im Niagara, von *Weld* III. 133.

Waffer ftoffgas, kohlenftoffhaltiges, electrifche Verfuche damit von *Henry* II. 194. Verfuche über drey Arten deffelben, die fich aus Alkohol und Aether entwickeln laffen II. 201. Falfcher Schluls aus Verfuchen damit III. 68. a.

Waffer ftoffgas, phosphorhaltiges, electr. Verfuche damit II. 200. a.

Waffer trommel, fiehe Blafewerke durch Waffer.

Waffer tropfen, Hüpfen derfelben auf glühenden Metallplatten, erklärt II. 305.

Weld, Ifaac, Befchreibung des Wafferfalls im Niagara III. 133.

Wetterling über Seegeficht und Hebung III. 431. a.

Wetter wechfel in den Gruben III. 229.

Williams III. 274.

Wilfe, meteorol. Bemerkungen über Lufterfcheinungen in Norwegen III. 360. 366.

Wilſon, *Patrick*, über Bewegungen kleiner leuchtender Dochte, wenn ſie in einem Becken mit Oehl ſchwimmen III. 447.
Windungsapparat, *Michell's* und *Cavendiſh's* II. 1. 20. *Coulomb's* III. 3. 9.
Wind; eine den Winden ähnliche Circulation in einer Flüſſigkeit II. 283. Wind an Waſſerfällen III. 132. plötzliche Windſtöſse beym Regen III. 137. Gegenwind III. 159. Land- und Seewind an den Küſten der heiſsen Zone III. 226.
Winkler III. 177.
Wirbel in Strömen, und beym Ausfluſs des Waſſers aus Gefäſsen; Theorie derſelben von *Venturi* III. 144. 149.
Wollaſton II. 2.
Woltmann, *Reinhard*, Beobachtungen über die Brechung der Lichtſtrahlen, die nahe über der Erdfläche hinfahren II. 397.
Würtzer II. 220. 369.

Z.

Zanetti Verſuche mit frierendem Queckſilber I. 487.
Zodiacallicht III. 363. II. 104.

Einige Druck- und Schreibfehler.

Band I.

Seite 302, Zeile 2, ſtatt: 600, ſetze, 60
— 414, Zeile 1, ſtatt: Taf. VII. Fig. 6. ſetze, Taf. VII. Fig. 4.
— 415, Zeile 12, ſtatt: Fig. 7, ſetze, Fig. 5
— 417, Zeile 10, ſtatt: Fig. 8, ſetze, Fig. 6
— — Zeile 17, ſtatt: Fig. 9, ſetze, Fig. 7
— 418, Zeile 5, ſtatt: Fig. 10, ſetze, Fig 8
— 419, Zeile 22, ſtatt: Fig. 11, ſetze, Fig. 9
— 420, Zeile 1, ſtatt: Fig. 11, ſetze, Fig. 9
— 510, Zeile 15, *wird ausgeſtrichen;* indem er ſieht, wie viel Sauerſtoffgas erfordert wird, ein Hunderttheil damit zu ſättigen.

Band II.

— 116, Zeile 7, ſtatt: *ſchwefelſauren Aether* ſetze, *Schwefeläther*
— 397, Zeile 7, } ſtatt: *kohlenſtoffhaltiger Alaun,*
— 399, Zeile 14, } ſetze, *thonerdehaltiger Kohlenſtoff*
— 397, Zeile 9, } hinter *Anthracolit* ſetze *(Kohlenblende)*
— 399, Zeile 15, }
— 421, Zeile 7, ſtatt: zuſammengeſchweiſst, ſetze, zuſammengeſtoſsen
— 427, Zeile 14, ſtreiche man den Perioden weg, der anfängt: Daſs das Waſſer
— 433, Zeile 9. v. u. ſtatt: 18 Zoll, ſetze, 18 Linien
— — Zeile 3. v. u. ſtatt: 4,5 Zoll, ſetze, 4,5 Linien
— 438, Zeile 13, ſtatt: Zeit, ſetze, Fallhöhe

Band III.

Seite 36, Zeile 23, ſtatt: Fig. 2, ſetze, Fig. 4.
— 42, Zeile 13, ſtatt: Fig. 3, ſetze, Fig. 2
— 44, Zeile 1, ſtatt: Fig. 4, ſetze, Fig. 3
— — Zeile 14, ſtatt: Fig. 3, ſetze, Fig. 2
— 53, Zeile 13, ſtatt: fähig, ſetze, unfähig
— 77, Zeile 1, ſtatt: VI. ſetze, VII.
— — Zeile 14, ſtatt: 6,3 Zoll, ſetze, 6,3 Linien
— 86, Zeile 28, wird ausgeſtrichen: oxydirtes Stickgas
— 89, Zeile 34, ſtatt: verwirrt, ſetze, verdruckt
— 91, Zeile 1, ſtatt: VII. ſetze VIII.
— 114, Zeile 24, ſtatt: einen magnetiſchen, ſetze, magnetiſche
— 131, Zeile 17, ſtatt: im Deutſchen *und*, ſetze, im Deutſchen eine *Waſſertrommel*
— 145, Zeile 17, ſtatt: Fig. 4, ſetze, Fig. 5.
— 146, Zeile 7, ſtatt: Fig. 5, ſetze, Fig. 6
— 147, Zeile 12, ſtatt: Fig. 4, ſetze, Fig. 5
— 150, Zeile 12, ſtatt: Fig. 6, ſetze, Fig. 4.
— 151, Zeile 7. v. u. ſtatt: ſind; die, ſetze, ſind. Iſt *v* die
— 172, Zeile 4. v. u. ſtatt: 21, ſetze, 12
— 231, Zeile 13, ſtatt: zu viel, ſetze, zu wenig.

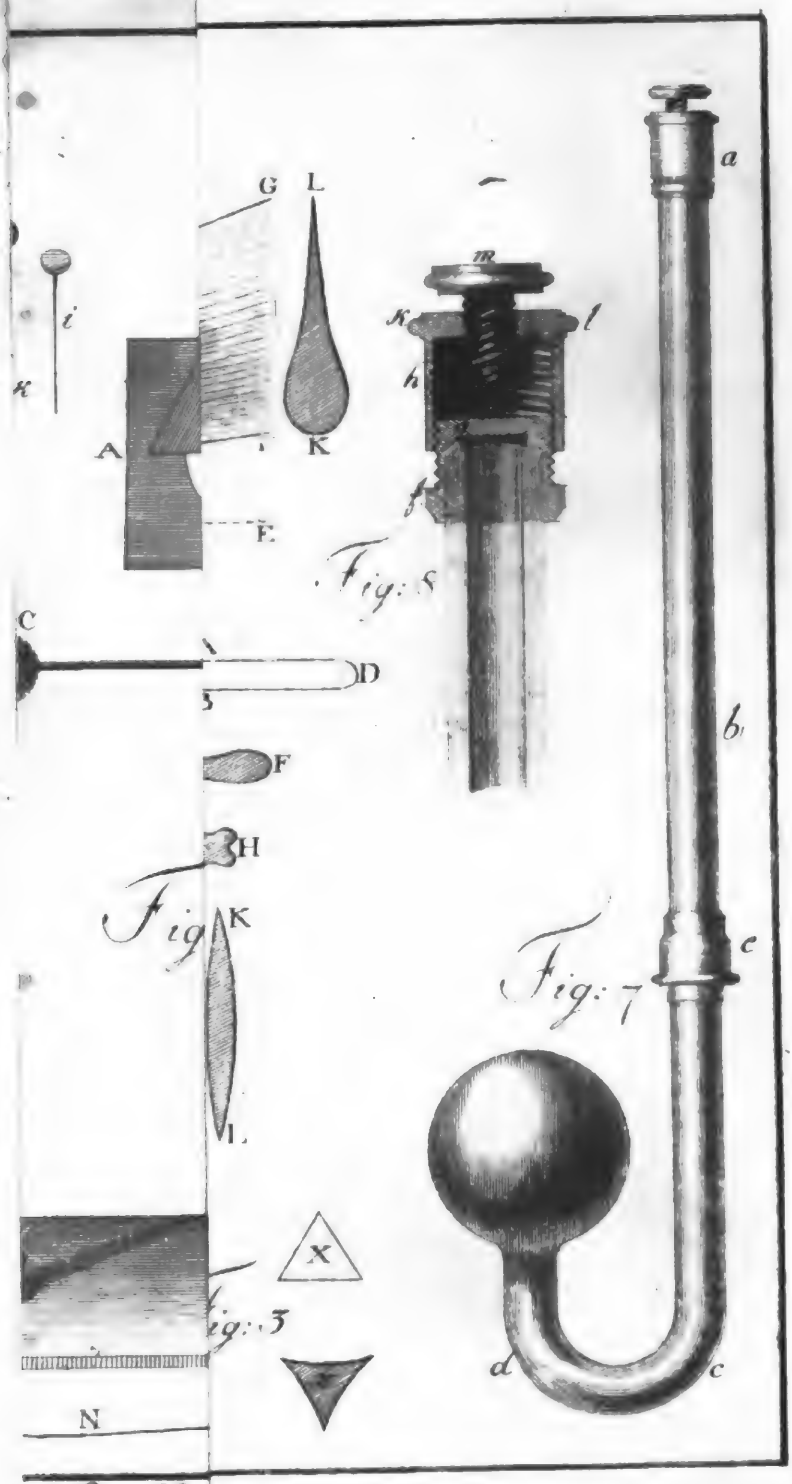
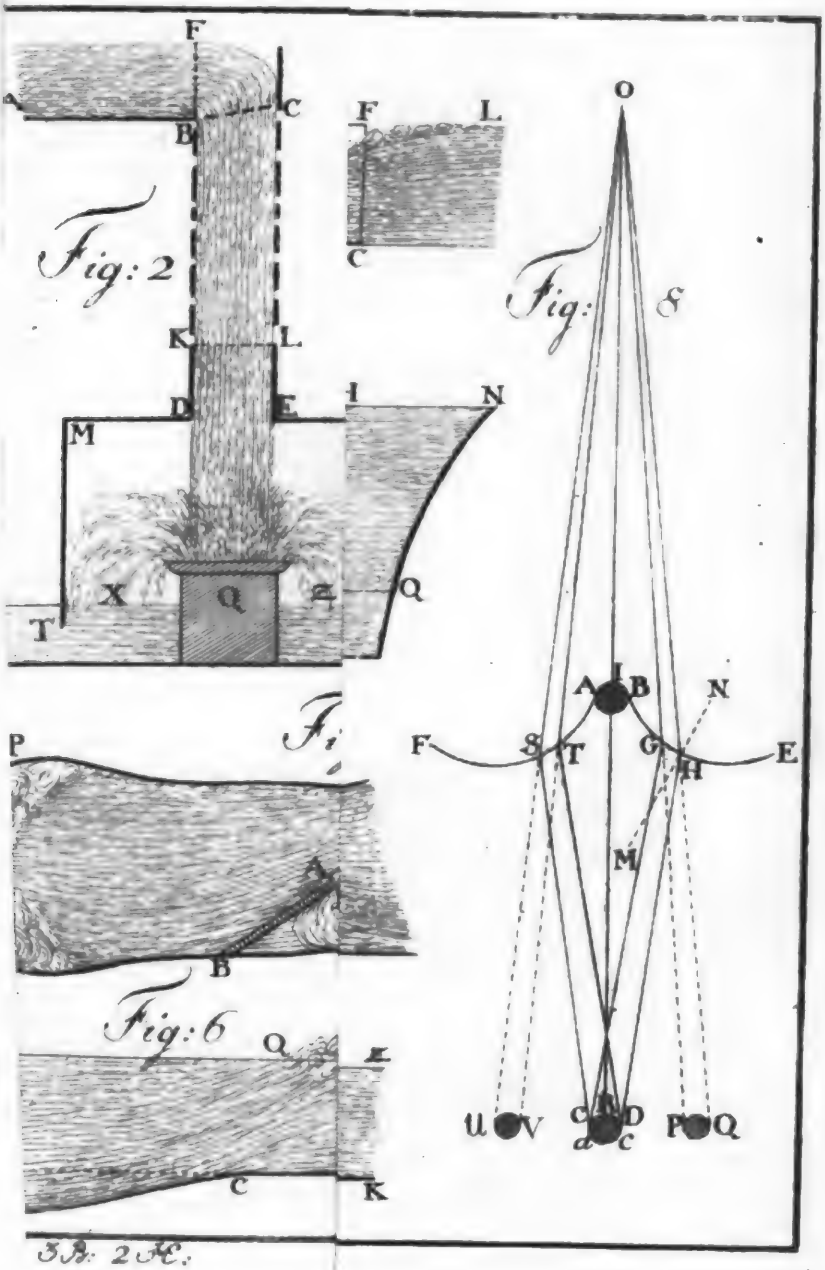


Fig: 8

Fig: 7

Fig: 3

3 B: 1 H.


F
A
C
B
F
L
C
Fig: 2
K
L
D
E
I
N
M
X
Q
Q
T
O
Fig: 8
A
I
B
N
F
S
T
G
H
E
M
U
V
C
D
P
Q
P
B
Fig: 6
Q
C
K

3 B. 2 K.

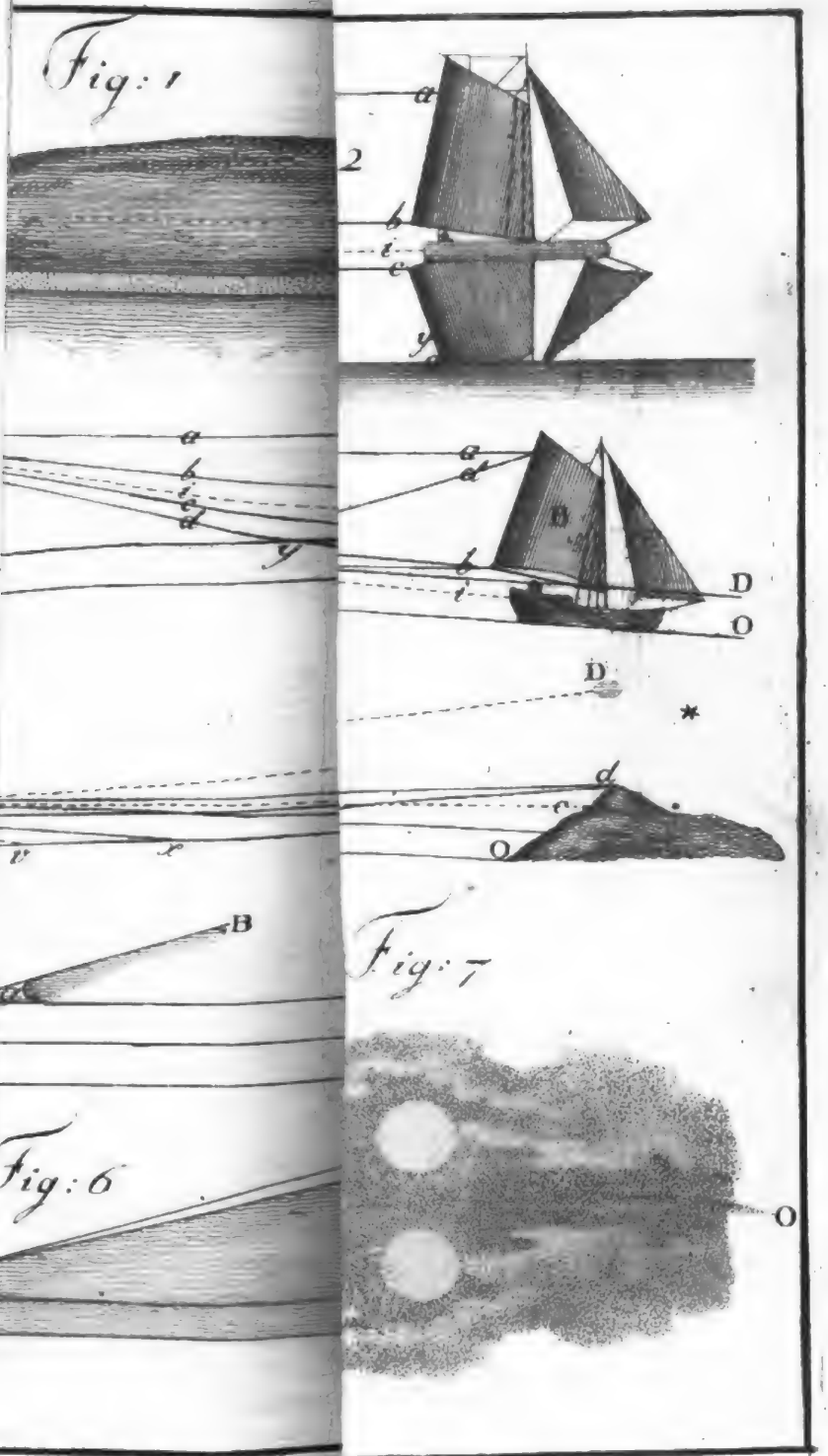
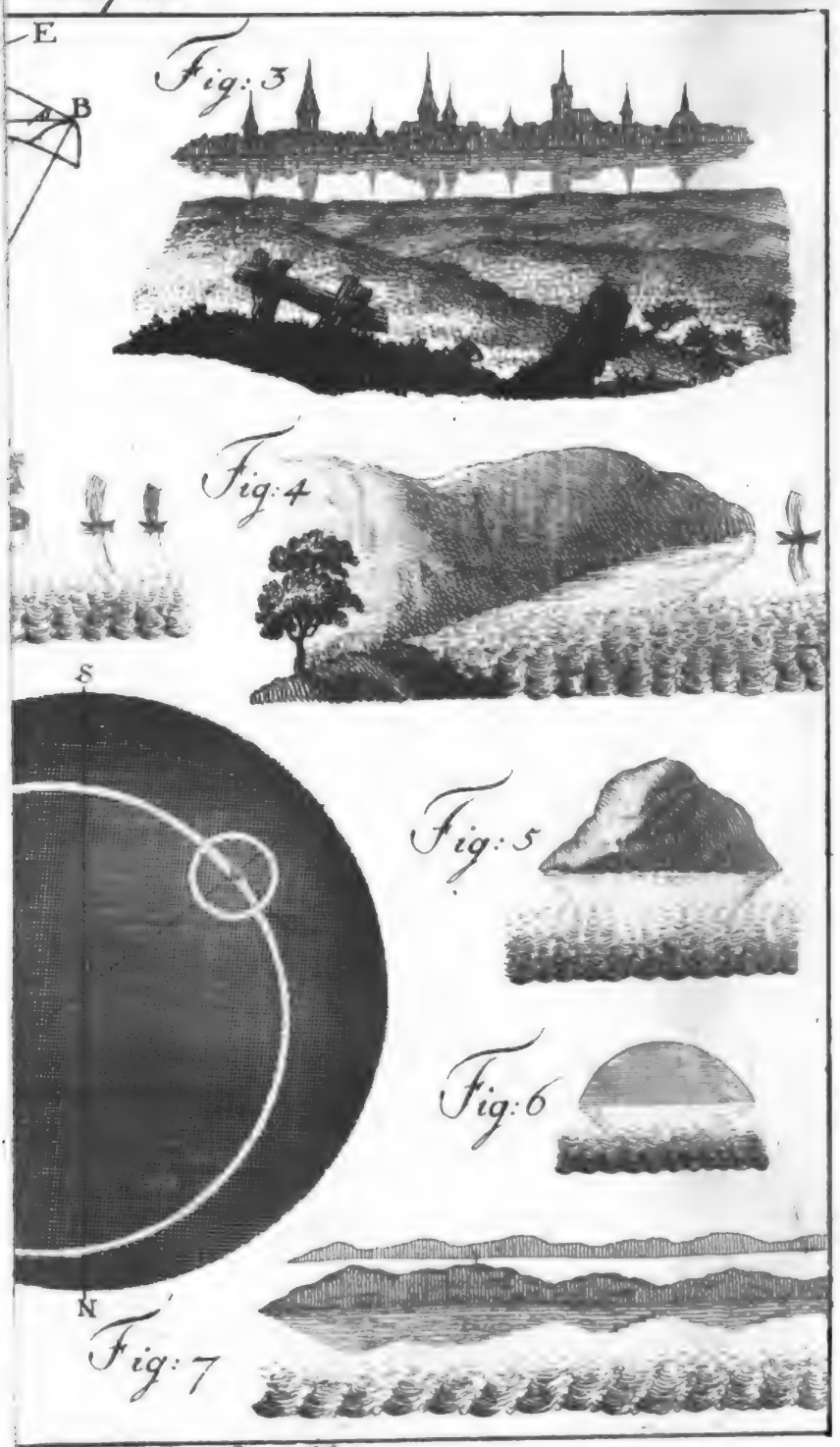


Fig: 1
a
2
b
c
d
y
B
D
O
x
Fig: 7
Fig: 6

ig zed by Google

Taf: IV



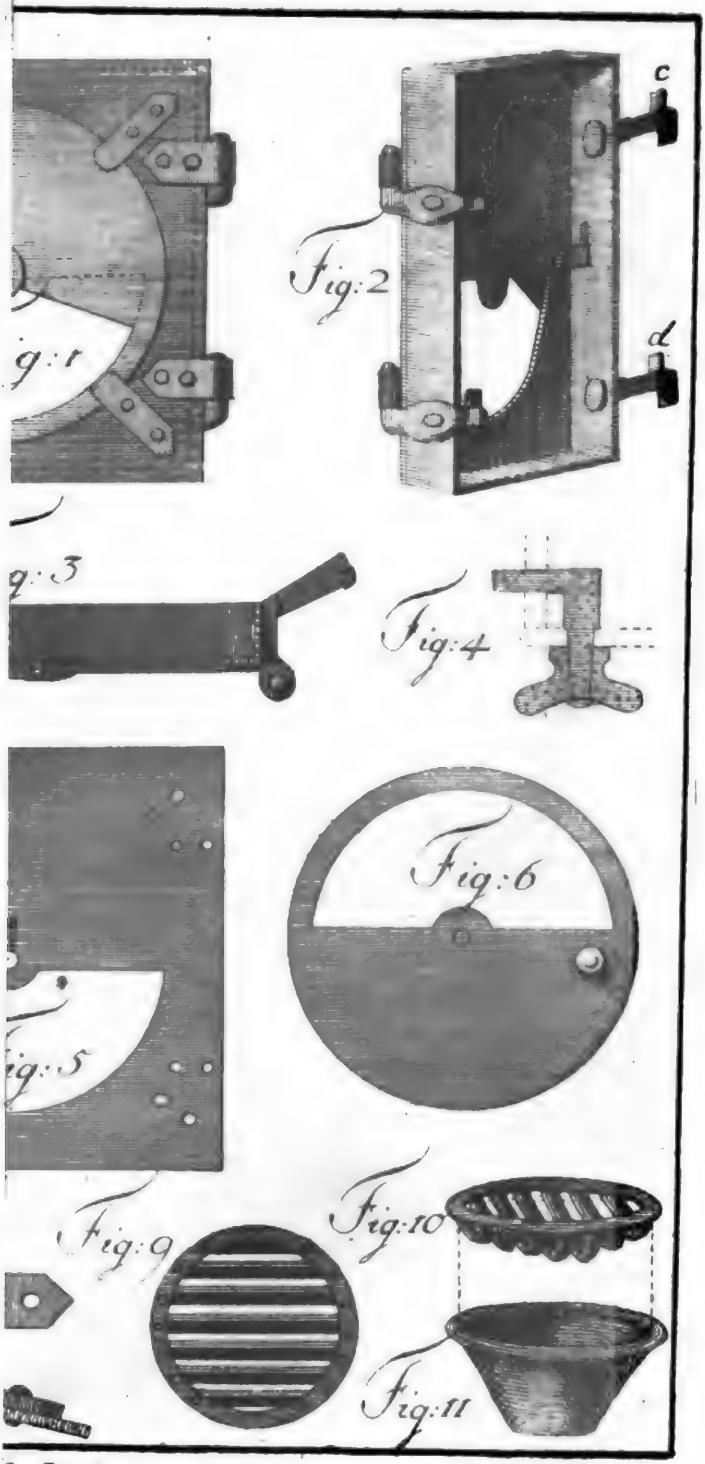


Fig: 1

Fig: 2

Fig: 3

Fig: 4

Fig: 5

Fig: 6

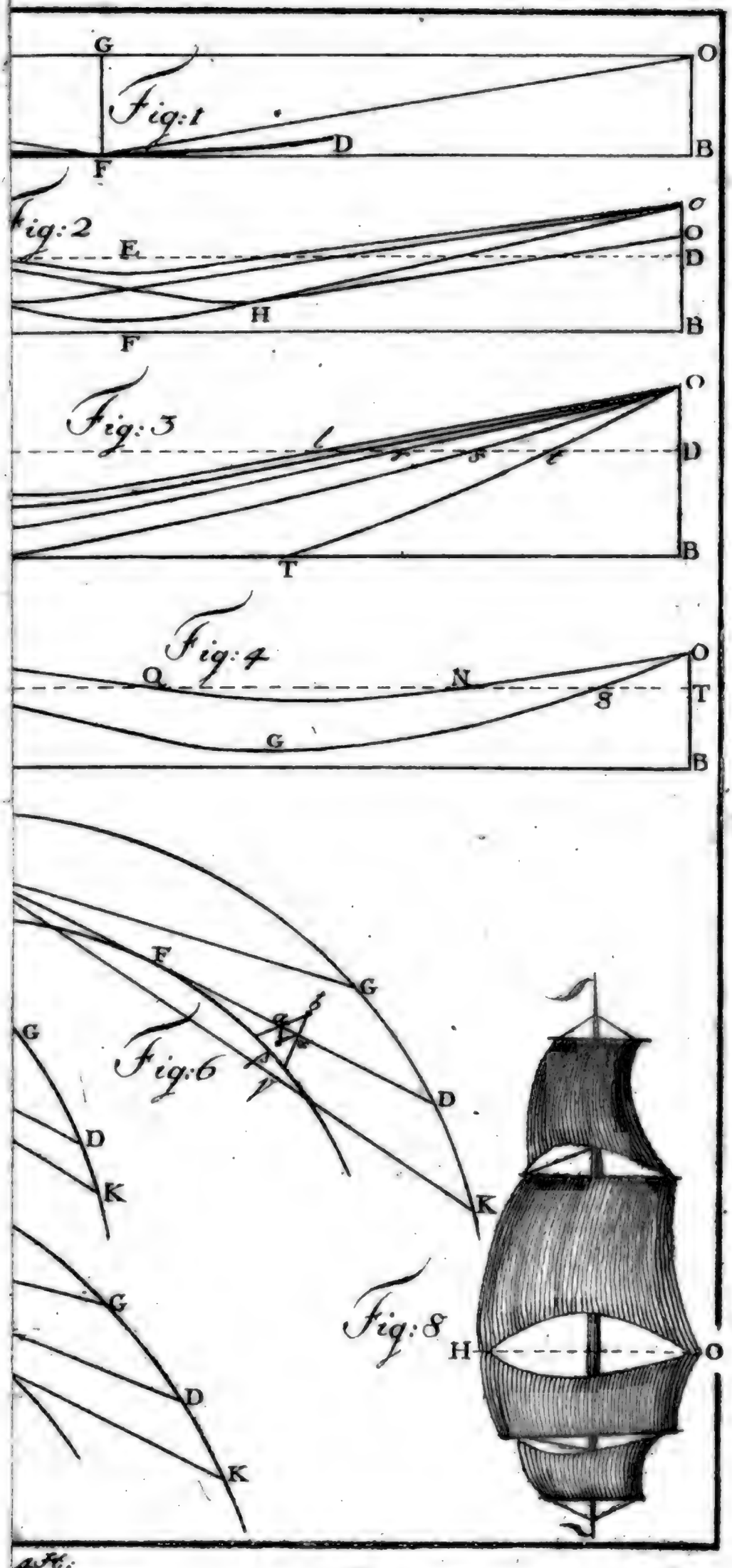
Fig: 9

Fig: 10

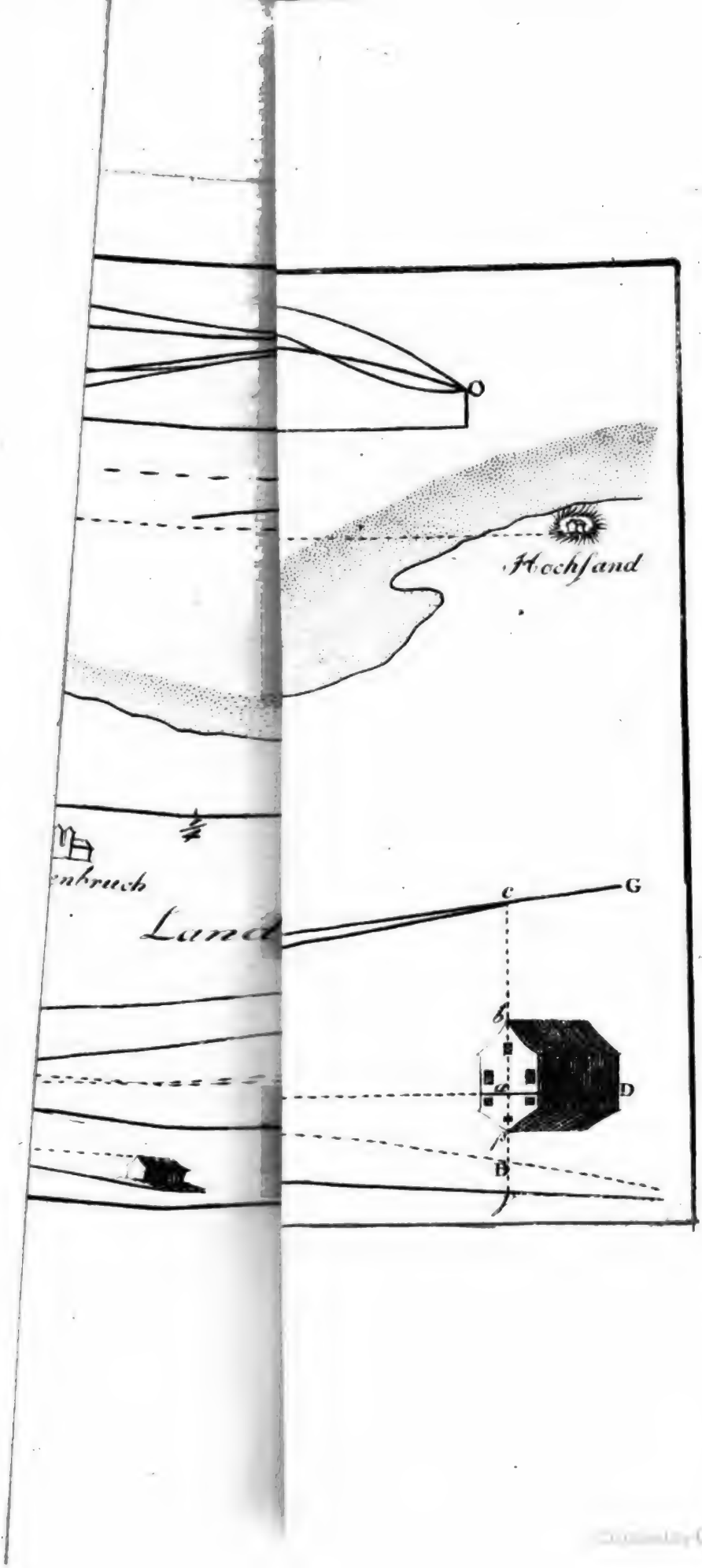
Fig: 11

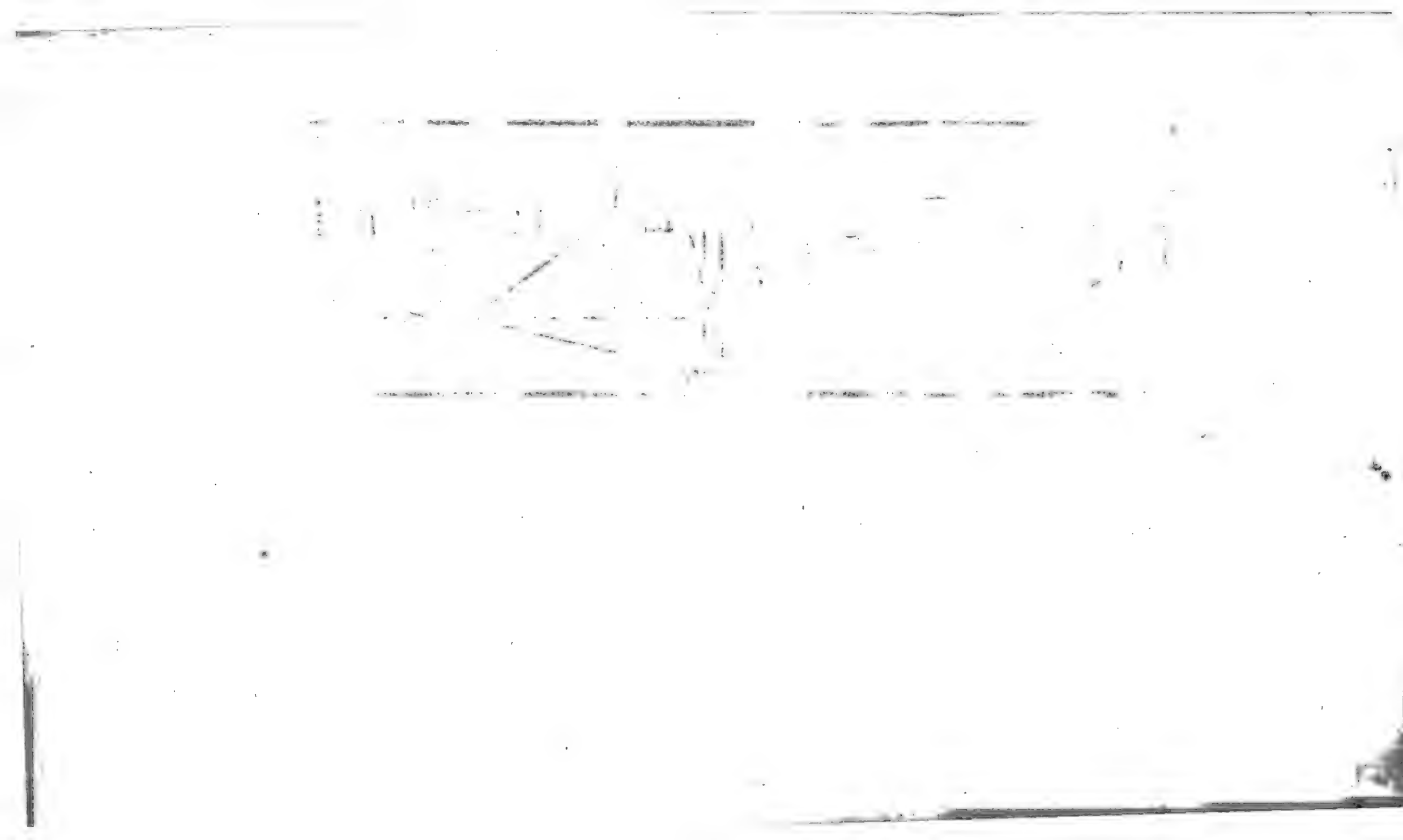
Z. Phys. 3Bx 3Fc.

Digitized by Google


G
O
B
D
F
Fig: 1
Fig: 2
E
H
Fig: 3
T
Fig: 4
Q
N
S
Fig: 6
K
Fig: 8
H

Digitized by Google


Hochsand
Land
c
G
D
B



Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

OCT 16 1928

Digitized by Google